

أسس الإنتاج النباتي

تأليف

نخبة من أعضاء هيئة التدريس
بكلية الزراعة قسم الإنتاج النباتي

النشر العلمي و المطابع
جامعة الملك سعود


الله
بسم الله الرحمن الرحيم

أسس الإنتاج النباتي

تأليف

نخبة من أعضاء هيئة التدريس

بقسم الإنتاج النباتي

كلية الزراعة ـ جامعة الملك سعود



النشر العلمي و المطابع

جامعة الملك سعود

الطبعة الأولى: ١٤٠٦هـ (١٩٨٦م).

الطبعة الثانية: ١٤١٨هـ (١٩٩٧م) (مزيدة ومنقحة)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

جامعة الملك سعود، كلية الزراعة

أسس الإنتاج النباتي. - ط٢. - الرياض

٤٠٨ ص، ١٧×٢٤ سم

ردمك ٧ - ٣٣٧ - ٠٥ - ٩٩٦٠

١ - الإنتاج الزراعي ٢ - المحاصيل الزراعية أ - العنوان

ديوي ٦٣١,٥ ١٦/٢٩٤٢

رقم الإيداع: ١٦/٢٩٤٢

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكّلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الحادي عشر الذي عُقد بتاريخ ١٤٠٤/٦/٢٣هـ الموافق ١٩٨٤/٣/٢٥م، ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه التاسع للعام الدراسي ١٤١٧/١٤١٦هـ الذي عُقد بتاريخ ١٤١٦/٨/٢٣هـ الموافق ١٩٩٦/١/١٤م.



مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٨هـ

المقدمة

يحتل القطاع الزراعي في المملكة العربية السعودية مكانة مميزة في خطط التنمية منذ عام (١٩٧٠م)، وقد أحدث اهتمام الدولة بهذا القطاع طفرة زراعية لم يسبق لها مثيل في تاريخ التنمية الزراعية، حيث اتسعت الرقعة الزراعية أفقيًا وتحول أسلوب الإنتاج خلال عدة سنوات من النمط التقليدي إلى الإنتاج الحديث المتخصص الذي يستخدم أكثر الوسائل التقنية والإدارية تقدمًا.

وفي سبيل تدريب الكوادر التي تستطيع مواكبة هذا التطور قامت كلية الزراعة بجامعة الملك سعود بتصميم الخطط الدراسية، على مستوى البكالوريوس، بحيث يتم تأهيل الخريجين، إما بصفة عامة عن طريق مقررات شعبة عامة، وإما بصفة متخصصة عن طريق مقررات ثماني شعب هي: المحاصيل، البساتين، الإنتاج الحيواني، الصناعات الغذائية، الهندسة الزراعية، وقاية النباتات، الاقتصاد الزراعي والمجتمع الريفي.

لا جدال في أن النبات هو وسيلة الإنسان الأولى لاستغلال الموارد الطبيعية المتجددة ولذلك فإن الإنتاج النباتي يمثل الأساس الذي تبنى عليه جميع الأنشطة الإنتاجية، كما تهدف لخدمته كل الأنشطة المدعمة له، الأمر الذي يحتم على كل العاملين في مجال الزراعة التعرف بصورة عامة ـ كحد أدنى ـ على الأسس الرئيسة المتصلة بعلاقة الإنسان بالنبات. وقد درج العرف المهني، الذي نشأ عن نظام الضيعات في أوروبا القرون الوسطى، على تصنيف الإنتاج النباتي إلى ثلاثة فروع منفصلة هي: محاصيل الحقل، البساتين والغابات. وتبع هذا التصنيف العرف العلمي، حيث كانت تدرس علوم الإنتاج منفصلة لكل فرع من هذه الفروع من حيث

مستوى الأسس والمبادىء الأولية. ولكن مع تقدم العلم وتطور النظم الزراعية والاقتصادية برزت أهمية النظرة الشاملة للإنتاج الزراعي بحسبانه نشاطًا اقتصاديًا متكاملاً يهدف في جملته لاستغلال الموارد الزراعية المتاحة، وبذلك تداخلت وترابطت العلوم الأساسية التي تحكم إنتاج النباتات المختلفة، بينما ظل الإنتاج الأمثل لكل فرع من فروعه يتطلب المزيد من الدراسة المتخصصة، التي يعنى بها بصفة رئيسة العاملون في كل مجال إنتاجي على حدة.

ومن هذا المنطلق تضمنت خطة الدراسة لدرجة البكالوريوس في كلية الزراعة بجامعة الملك سعود مادة أسس الإنتاج النباتي كمادة مقررة على جميع الطلاب، وجاءت محتويات هذه المادة متضمنة للأسس والمبادىء الأولية التي تعالج إنتاج النباتات الاقتصادية المختلفة (محاصيل حقل، خضر، فاكهة، غابات ومراعٍ) بهدف إعطاء الطلاب خلفية واسعة وشاملة تكفل لهم تفهم الجوانب الرئيسة المحيطة بالإنتاج النباتي. وفي ذات الوقت تضمنت خطة الدراسة مواد متخصصة عديدة لكل فرع من فروع الإنتاج الزراعي.

يتم التدريس في كلية الزراعة بجامعة الملك سعود باللغة العربية؛ والمكتبة العربية، بالرغم من ثرائها إلا أنها محدودة للغاية من حيث توافر المراجع العلمية الزراعية. فبالإضافة إلى قلة المراجع الخاصة بالإنتاج النباتي نجد أن معظم هذه المراجع تعالج المبادىء الأساسية بصورة تتصل بكل فرع من فروع الإنتاج على حدة وبتركيز يخص ظروف البلاد التي كُتبت فيها، وعلى ذلك فإن المراجع العربية المتوافرة تقصر عن الإيفاء بمتطلبات النظرة المتكاملة التي يجب أن تُوَفَّر لطلاب الزراعة في المملكة العربية السعودية. وإدراكًا من قسم الإنتاج النباتي بكلية الزراعة في جامعة الملك سعود للحاجة الملحة لتوفير المراجع العربية المناسبة، قامت نخبة من أعضاء هيئة التدريس بتأليف هذا الكتاب لكي يكون مرجعًا خاصًا لمادة أسس الإنتاج النباتي. وتجدر الإشارة إلى أن اشتراك عدد من المتخصصين في كل فروع الإنتاج النباتي كان له عظيم الأثر في دمج العلوم الأولية من كل التخصصات لإبراز الصورة المتكاملة للأسس العامة للإنتاج النباتي.

فلقد تضمن الفصل الأول خلفية تاريخية عن علاقة الإنسان بالنبات وعن تطور الزراعة بصورة تخص تطور أسس الإنتاج النباتي عبر التاريخ، وأضاف الفصل الثاني لتلك الخلفية التاريخية نشوء النباتات الاقتصادية وتطورها وتوزيعها في مناطق العالم المختلفة. وجاء الفصل الثالث موضحًا للعوامل البيئية وأثرها على النبات وعلى الإنتاج النباتي بصفة عامة. ثم أضيف جزء خاص بالبيئة السائدة في المناطق الزراعية بالمملكة العربية السعودية. وفي الفصول الرابع والخامس والسادس عولجت موضوعات الإنتاج التطبيقية الخاصة بالعمليات الزراعية والنظم المزرعية والتكاثر، واختص الفصل السابع بعمليات الحصاد والإعداد والتخزين. واشتمل الفصل الثامن على الاتجاهات الحديثة في الإنتاج النباتي واختتم الكتاب بالفصل التاسع الذي تضمن الإنتاج الزراعي في المملكة العربية السعودية.

المؤلفون

المحتويات

الفصل الثالث: البيئة والحاصلات الزراعية

الفصل الرابع: العمليات الزراعية

الفصل الخامس: النظم المزرعية

الفصل السادس: التكاثـر

الفصل السابع : جمع الحاصلات الزراعية وإعدادها وتخزينها

الفصل الثامن: اتجاهات حديثة في الزراعة

الفصل التاسع: الإنتاج الزراعي في المملكة العربية السعودية

قائمة الأشكال

صفحة

قائمة الجداول

صفحة

الفصل الأول

الانسان والزراعة*
Man and Agriculture

● النبات والحياة ● الإنسان والنبات ● الموارد النباتية ● الإنسان قبل اكتشاف الزراعة ● الإنسان والزراعة ● اكتشاف أسس الزراعة النباتية ● تطور فن الزراعة ● العلوم والزراعة ● الزراعة والتكنولوجيا

(١ , ١) النبات والحياة
Plants and Life

تعتمد الحياة على وجه الأرض، بصورة تكاد تكون مطلقة، على النباتات الخضراء ذاتية التغذية (autotrophic) ، وذلك لأنها هي القادرة، دون سواها من الكائنات الحية، على صنع غذائها بنفسها، عن طريق عملية التمثيل الضوئي (photosynthesis) . حيث تستغل الخلايا الخضراء الطاقة الضوئية في تكوين مواد كربوهيدراتية أولية مركبة من الماء وثاني أكسيد الكربون، وبذلك تحول النباتات الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية تخزن في أنسجتها. وفي ذات الوقت يفرز النبات كناتج فائض من عملية التمثيل الضوئي غاز الأكسجين. وفي مرحلة لاحقة تقوم النباتات بتحويل المواد الكربوهيدراتية الأولية إلى مواد عضوية أخرى معقدة التركيب ومتعددة الخصائص وذلك بإضافة العناصر المختلفة التي يحصل عليها النبات من الأرض أو من الهواء. ومن كل هذه التحولات تتوافر لدى النبات مواد عضوية غذائية من صنعه، تفي بحاجاته للبقاء والنمو والتكاثر والانتشار.

---

* كمال عبدالله حسن عقباوي، عبدالرحمن الطيب عبدالحفيظ وعبدالغفار الحاج سعيد

وتشكل هذه المواد، التى يكونها النبات لذاته، مصدرا لغذاء الكائنات الحية الأخرى (وأهمها الحيوانات) التى لا تملك القدرة على صنع غذائها بنفسها. فتعتمد على ما ينتجه النبات من مواد تستمد من بعضها الطاقة، وتقوم بتحويل البعض الآخر إلى مواد من نوع آخر، تستغلها لبناء أنسجتها ولتكاثرها. وتشكل هذه المواد بدورها مصدر غذاء لكائنات من نوع ثالث لا تستطيع الحصول على غذائها من المواد النباتية، وكذلك لكائنات أخرى يتكون غذاؤ ها من مواد نباتية، بالإضافة إلى مواد حيوانية. ويأتى الإنسان في النهاية ليحصل على غذائه من المواد التى تنتجها معظم الكائنات السالف ذكرها.

(١ , ٢) الإنسان والنبات
Man and Plants

اعتمد الإنسان عبر تاريخه الطويل، اعتمادًا يكاد يكون مطلقا على النبات، للحصول على مقومات بقائه. وبالرغم من أن إنسان اليوم قد ابتدع من الوسائل واستغل من المواد، ما يستعيض به عما تنتجه النباتات لسد بعض ضرورات حياته، إلا أنه ما زال يعتمد بصورة مباشرة، أوغير مباشرة، على النبات للحصول على معظم المتطلبات الأساسية لحياته. ولتوضيح هذه الحقيقة، نورد في إيجاز الأوجه الرئيسية التى يعتمد فيها الإنسان على النبات.

(١ , ٢ , ١) الغذاء Food

يعتمد الإنسان اعتمادًا كليا في غذائه على المواد التى تصنعها النباتات. ويتخذ هذا الاعتماد شكلين:

أولهما: الاعتماد المباشر على المواد المتوفرة في أجزاء النبات المختلفة (جذور، درنات، أبصال، سيقان، أوراق، أزهار، ثمار، بذور. . إلخ) لاستغلالها كغذاء له، إما باستهلاكها في صورتها الطبيعية، أوباستهلاك المواد المستخلصة منها. وبشكل عام، يعتمد الإنسان على بذور محاصيل الحبوب (مثل القمح والأرز والذرة الشامية والذرة الرفعية) للحصول على حاجته من المواد الكربوهيدراتية، ويعتمد على

المحاصيل الزيتية (مثل فول الصويا، الفول السوداني، نخيل الزيت، الزيتون، السمسم) للحصول على المواد الزيتية، كما يعتمد على محاصيل البقول (مثل الفاصوليا، الفول، العدس، البازلاء) لاكتساب البروتينات النباتية. ولتدعيم غذائه يلجأ الإنسان إلى محاصيل الخضر والفاكهة والأشجار المثمرة، والتى غالبا ما تكون غنية بأنواع الفيتامينات التى يحتاجها. وتجدر الإشارة في هذا المجال إلى أن النباتات تحتوى على معظم المواد الغذائية التى يحتاجها الإنسان لغذائه، وأن مجموعات كبيرة من النباتيين الذين يعيشون في أجزاء العالم المختلفة تعتمد اعتمادا كاملا في غذائها على المواد النباتية.

وثانيهما: الاعتماد غير المباشر على النبات، وذلك عن طريق استهلاك المنتوجات الحيوانية التى توفرها الماشية والطيور والأسماك والرخويات. ويجب التذكير هنا بأن المنتوجات الحيوانية هي في الأصل عبارة عن مواد نباتية قام الحيوان بابتلاعها ثم تحويلها إلى مواد حيوانية.

(١ , ٢ , ٢) الكساء Clothing

يحصل الإنسان على معظم مواد كسائه من الألياف التى تنتجها النباتات والحيوانات فيصنع منها الأقمشة التى يلبسها، وأهم محاصيل الألياف القطن والكتان والرامى. وتسهم الحيوانات في كساء الإنسان بصوفها وشعرها ووبرها وجلدها.

(١ , ٢ , ٣) المأوى (المسكن) Housing

يستغل الإنسان مجموعة كبيرة من المواد النباتية والحيوانية، لأغراض بناء مسكنه وتأثيثه وزخرفته. وتشمل مواد البناء الأخشاب بأنواعها والأعشاب والصوف وجلود الحيوانات.

(١ , ٢ , ٤) العقاقير الطبية Medicinals

اعتمد الإنسان عبر تاريخه الطويل على العقاقير النباتية لعلاج الأمراض التي تصيبه. وبالرغم من أهمية النبات، كمصدر للعقاقير الطبية، قد تناقصت مع تقدم

صناعة الكيمياء التركيبية، إلا أن النبات ما زال يلعب دوره في توفير بعض العقاقير. ومن أمثلة ذلك الكسكارا، السنمكة، الكينا، الخروع والكافور.

(١,٢,٥) المشروبات Beverages

يستخلص الإنسان من النباتات مواد متعددة، يصنع منها مشروبات مغذية أو منعشة، مثل البن والشاي والكاكاو وجوز الهند والكولا والهيل.

(١,٢,٦) الزيوت الطيارة Volatile oils

يستغل الإنسان الزيوت الطيارة التي تنتجها النباتات، كعطور وبخور، وكذلك لإضافة النكهة للغذاء والشراب. ومن أمثلة هذه المنتجات أزهار الورد والياسمين والقرنفل وخشب الصندل والنعناع والقرفة والسهار والعود.

(١,٢,٧) مواد أخر متنوعة Miscellaneous products

يستغل الإنسان مواد أخرى متعددة من النباتات لأغراض عديدة نذكر منها: المواد الراتنجية (resins)، مواد الدباغة والتانينات (tannins)، الفلين (cork)، الأصباغ (dyes)، منتجات اللبن النباتي (latex products)، الزيوت الصناعية (industrial oils)، الألياف لصناعة الورق والسليلوز والحبال والخيوط. كما توفر النباتات الطاقة والمواد الغذائية اللازمة لعدد كبير من الكائنات الحية، تقوم بعمليات متخصصة لفائدة الحياة بشكل عام، ولفائدة الإنسان بشكل خاص. ومن أمثلة هذه الكائنات ما يلي:

(١,٢,٧,١) الكائنات، التي تقوم بتحليل المواد النباتية المعقدة وإعادتها إلى التربة في صورة بسيطة، تستطيع أن تستفيد منها النباتات مرة أخرى

(١,٢,٧,٢) البكتيريا العقدية، التي تقوم بتثبيت النيتروجين في جذور النباتات، فتحول عن طريق نشاطها غاز النيتروجين الذي لا يصلح لغذاء النبات، إلى مركبات نيتروجينية يستطيع النبات استغلالها.

(٣,٧,٢,١) **الفطريات**، التي تقوم بتحويل المواد النباتية إلى مواد تستعمل لأغراض متعددة.

وبالإضافة إلى كل ذلك، تساعد النباتات الإنسان في وقاية التربة من الانجراف، فلولا وجود النبات لفقد الإنسان معظم التربة المتكونة على المنحدرات عن طريق جرف مياه الأمطار.

(٣,١) الموارد النباتية
Plant Resources

تضم المملكة النباتية حوالي ٣٥٠,٠٠٠ نوعا من النباتات يستغل منها الإنسان في أجزاء العالم المختلفة حوالي ٢٠,٠٠٠ نوعا. ويقدر عدد أنواع النباتات ذات الأهمية الاقتصادية بحوالي ٢,٠٠٠ نوعا، تنحصر أهمية معظمها في نطاق محلي ضيق، حيث إن عدد الأنواع الاقتصادية المتداولة في التجارة الدولية لا يزيد عن حوالي ٢٠٠ نوعا.

وتغطى النباتات حوالي ثلثي مساحة اليابسة كما يتبين من الإحصاءات المبينة أدناه(*):

رتبة المساحة	المساحة (مليون هكتار)	النسبة المئوية
إجمالي المساحة اليابسة	١٣٠٧٥	١٠٠
مساحة الحاصلات الزراعية	١٤٤٨	١١
مساحة المراعي المستديمة	٣١١٠	٢٤
مساحة الغابات	٤١٠٨	٣١
مساحة أخرى	٤٤٠٩	٣٤

(*) المصدر: الكتاب السنوى للإنتاج الزراعي: منظمة الزراعة والأغذية ـ روما (١٩٨٠م).

وتتواجد هذه الثروة النباتية الهائلة في مناطق العالم المختلفة متباينة الأنواع والكثافة وفقا للظروف الطبيعية السائدة، وتبعا لما قام به الإنسان من تأثير على كل من البيئة والنبات، من خلال أنشطته المختلفة عبر التاريخ.

(١,٤) الإنسان قبل اكتشاف الزراعة
Man before the Discovery of Agriculture

نظرًا لما يوفره النبات من مواد تشكل ضرورات الحياة التي لا غنى للإنسان عنها، كان لزاما على الإنسان أن يتعامل مع النبات لكي يحصل على مقومات بقائه. وقد اتخذ هذا التعامل في المراحل الأولى من تاريخ البشرية أسلوبا بسيطا تمثل في التقاط وجمع ثمار الطبيعة حيثما تتواجد. وقد عاش الإنسان في مراكز نشوء النباتات حيث تتوفر أكثر البيئات ملاءمة لنمو وتكاثر نباتات بعينها. فكان النظام البيئي السائد هو المحدد الأول لنوع ومكان وزمان المواد التي يحتاجها الإنسان. وكان دور الإنسان في الإنتاج قاصرا على جمع واستهلاك ما توفره الطبيعة، شأنه في ذلك شأن الحيوان: كائنان من مجموعة الكائنات التي تشكل جزءا من النظام البيئي.

ويعتقد أن الإنسان ظل يمارس هذا الأسلوب من العيش فترة تقدر بحوالي ٢٥٠,٠٠٠ سنة لم يتمكن خلالها من التحكم في بيئته. ويطلق على هذه المرحلة القديمة من تاريخ الإنسان «مرحلة الالتقاط والجمع». كما توصف أحيانا بمرحلة «الزراعة الطبيعية». ويجيء وصف هذا النشاط المبسط بأنه «زراعة» من المفهوم العام المتداول، الذى يعتبر أي نوع من التعامل مع النبات والحيوان «زراعة». وبهذا المفهوم تكون الزراعة قد نشأت متزامنة مع خلق الإنسان وتطورت بتطوره منتقلة من مكان لآخر عبر التاريخ مع تنقله.

وتتميز هذه المرحلة بانعدام سيطرة الإنسان على ضرورات بقائه، فكان الغذاء يتوفر نوعا وكما في الجهات المتباعدة في بعض فصول السنة ويندر أو ينعدم في فصول أخرى، الأمر الذى يضطر الإنسان إلى بذل مجهود كبير يجوب به مساحات واسعة

للحصول على غذائه. وقد قدر أن العائلة الواحدة وقتئذ، كانت تجوب حوالي مائة كيلومتر مربع في السنة لكي تحصل على غذائها. ولذلك لم يتمكن الإنسان من الاستقرار في مكان واحد بل ظل متنقلا يقضي جل وقته ويبذل جل جهده للحصول على غذائه.

ونظرا لانعدام سيطرة الإنسان على منتوجات النبات والحيوان التي يحتاجها وتعامله مع هذه المنتوجات بنفس الصورة التي يتعامل بها الحيوان في هذه الحقبة التاريخية، اتفق رأي الغالبية من العلماء على عدم إطلاق كلمة «الزراعة» على نشاط الإنسان في هذه المرحلة من تاريخ البشرية. ولكن بالرغم من ذلك يجب ألا يفوتنا أن نتذكر أن هذه المرحلة كان لها عظيم الأثر في التمهيد لاكتشاف وممارسة الزراعة، حيث إن الإنسان اكتسب خلالها المعرفة والخبرات المتعلقة بالعوامل البيئية المحيطة به، وبالمنتجات الطبيعية التي تصلح له. كما استنبط طرقا متنوعة للحصول على غذائه. وأعظم من ذلك كله اكتشف الإنسان في هذه المرحلة النار التي كان لها أبعد الأثر في ممارسة الزراعة وفي تطور الإنسان.

(١,٥) الإنسان والزراعة
Man and Agriculture

تعتبر بداية الزراعة بمفهومها العلمي عندما بدأ الإنسان يمارس بعض السيطرة على بيئته للحصول على حاجته من المنتوجات النباتية والحيوانية. ولعل أعظم حدث في تاريخ البشرية هو اكتشاف الإنسان للزراعة وتحوله من مرحلة الملتقط المعتمد كليا على ما تجود به الطبيعة إلى مرحلة الزارع المنتج الذي يختار نوع منتوجه فيحصل عليه بكميات أوفر وفي أزمان متفاوتة ومن المكان الذي يحدده. ومن المرجح أن تكون المجتمعات الإنسانية قد اكتشفت الزراعة بصورة منفردة وفي أوقات مختلفة في المواقع التي كانت تعيش فيها داخل نطاق مواطن نشوء النباتات. وبالرغم من أن الإنسان القديم لم يترك لنا الكثير مما يدلنا على معالجته لأمور الزراعة بشكل تفصيلي عبر تاريخه الطويل في كل أنحاء العالم، إلا أن المؤرخين وعلماء الآثار استطاعوا مما توفر لديهم من

أثـر قديم وكـذلـك من المـلاحظـات المـرصـودة عن ممارسـة بعض المجتمعات البدائية للزراعة في التاريخ القريب ـ استطاعوا أن يحددوا بصورة عامة نشأة وتطور الزراعة عبر الأزمان المختلفة. ومن أهم المناطق التي تتوفر فيها المعلومات عن الزراعة منطقة الشرق الأدنى الممتـدة من شواطيء البحـر الأبيض المتـوسـط الشـرقيـة إلى مرتفعـات إيـران وبـاكستـان والجمهـوريات الجنوبية في الاتحاد السوفيتي وكذلك منطقة وادي النيل. كما تتوفر المعلومات بدرجات متفاوتة في منطقتي الصين وجنوب شرقي آسيا ومنطقة أمريكا الوسطى.

من المـرجـح أن يكـون الإنسـان قد مارس الـزراعة منذ حوالي عشرة آلاف سنة. ويـرجـح أن تكـون المنطقـة المعـروفـة الآن بالهـلال الخصيب (العـراق وسـوريا ولبنان وفلسطين) وكذلك المرتفعات الغربية في إيران هي أول المناطق التي مارس فيها الإنسان الـزراعـة كوسيلة للتحكم في إنتـاج متطلبـاتـه المعيشية. وقد كانت أساليب الإنتاج في بداية عهد الإنسان بالزراعة غاية في البساطة، ثم تطورت بتطور قدراته على التحكم في النبـات والحيـوان من جهـة والتحكم في مقـومـات إنتـاج النبـات والحيوان من جهة أخـرى. ولعله من المـوافق أن نعـالج في الأجزاء التالية من هذا الباب تطور الزراعة في إطار يتناول تطور الأسس الرئيسية للإنتاج النباتي التي هي موضوع بقية أبواب هذا الكتاب.

(١,٦) اكتشاف أسس الزراعة النباتية

Discovery of the Principles of Plant Agriculture

تتطلب ممارســة الــزراعـة حتى في أدنى صورهـا التعـرف على بعض المسـائـل الأسـاسيـة المحـددة للإنتاج وكذلك القيام ببعض الأعمال التي يتم من خلالها التحكم بدرجات متفاوتة في الإنتاج. ولم يتمكن إنسان العصر الحجري من السيطرة على إنتاج المواد التي يحتاجها (أي لم يتمكن من ممارسة الزراعة) إلا بعد أن تسنى له:

١ ـ التعرف على أنواع النباتات المفيدة واختيار أكثرها نفعا بغرض الحصول على كميات أكبر من منتوجاتها.

٢ ـ التعرف على أجزاء التكاثر (البذور في هذه المرحلة) وحفظها إلى حين موعد زراعتها.

٣ ـ التعرف على الفترة الزمنية من السنة التي تتوفر خلالها الظروف المناخية الملائمة لإنبات ونمو وتكاثر النباتات المختارة.

٤ ـ التعرف على البقعة من الأرض التي توفر بيئة أرضية ملائمة لإنبات ونمو النباتات المختارة.

٥ ـ إزالة النباتات الأخرى النامية لإفساح المجال لنمو النباتات التي يزرعها.

٦ ـ خلخلة التربة لتسهيل عملية وضع البذور في باطن الأرض وتغطيتها، وتهيئة الظروف المساعدة على إنباتها ومن ثم نموها وتكاثرها.

٧ ـ وضع البذور في التربة في وقت يتسنى لها الإنبات ومن بعد ذلك يتسنى للنبات النمو والتكاثر.

٨ ـ رعاية النباتات المزروعة ووقايتها من الكائنات التي تسبب لها الضرر وتقلل من إنتاجها.

٩ ـ جمع أجزاء النبات التي يرغب فيها الإنسان حينما تصل إلى طور النضج.

وإذا دققنا في هذه الخطوات التي تمكن باتخاذها إنسان العصر الحجري من التحكم في إنتاجه، نجد أنها بصفة عامة تمثل الأسس الرئيسية التي يبنى عليها الإنتاج النباتي في وقتنا الحاضر. وفيما يلي نوضح التشابه الكبير بين الزراعة الأولى والزراعة الحاضرة من حيث الأسس العامة.

(١,٦,١) التعـرف على النبات وبيئته
Knowledge of the plant and its environment

تعـرف الإنســان على النبـاتات أولا من ناحية منتوجاتها ذات النفع له، والجهات التي تتـواجـد فيهـا، والمـواقـع التي تزداد فيهـا كثافتها، ثم تعرف على الظواهر المناخية (وبخاصة تساقط الماء واختلاف درجات الحرارة). ولعل من أهم ما فطن إليه الإنسان في هذه المرحلة حقيقة إن النباتات تنشأ وتتكاثر عن طريق البذور التي ينتجها النبات في وقت معـين ثم تنمـو في وقت آخـر، وربـط بين هذه الظـواهـر ونمـو النباتات في المواقع والأوقـات المختلفـة. وإذا محصنـا الخطـوات التي نتخـذهـا اليـوم لاستزراع الأراضي الجديدة، أو لتطوير الزراعة في أي جهة من جهات العالم، لوجدنا أن اكتساب المعرفة عن البيئـة والنبـات ما زال يمثـل الخطـوة الأولى الممهـدة لتقـرير مسار الزراعة، حيث تتحتم دراســة المـوارد الطبيعيـة الأساسية المتاحة (resource base) المشتملة على التر بة والمناخ والتضاريس وخلافها ومن ثم تقويـم صلاحية تلك الموارد لإنتاج الأنواع المختلفة من النباتات لتحديد أكثر المحاصيل ملاءمة للزراعة، وتلي ذلك بقية الدراسات الفنية والاقتصادية.

(١,٦,٢) الاستئناس والاختيار Domestication and selection

بدأ الإنســان ممارســة الــزراعــة باستئنـاس النبـاتـات، ويقصـد بالاستئنـاس (domestication) زراعة ورعاية الإنسان للنباتات البر ية، وكانت أولى النباتات التي تم استئنـاسهـا نبـاتـات الحبـوب التي تنمو بصورة طبيعية في المواقع المختلفة: مثل القمح والشعـير في منطقـة الشـرق الأدنى، والأرز في الصـين وجنـوب شرقي آسيـا، والـذرة الشـاميـة في أمريكا الوسطي، ذلك لأن محاصيل الحبوب تشكل المصدر الرئيسي لغذاء الإنسان. وفي ذات الوقت كان الإنسان يجمع مواد غذائية أخرى يدعم بها الحبوب مما توفره الطبيعة حوله من نباتات غير مستأنسة ومن حيوانات برية. وتلت محاصيل الحبوب محاصيـل أخـرى تنـوعـت تبعـا للبيئـة التي يعيش فيهـا الإنسـان. ومن بعد الاستئناس جاءت عمليـة الاختيـار (selection) كنتيجـة حتميـة لتكرار الزراعة سنة بعد أخرى في

مواقـع ذات بيئـات متبـاينة، حيث كان الإنسان يحصد ويزرع نسبة متعاظمة من بذور النباتات الأكثر توافقا مع البيئة السائدة، وبالتالي الأوفر إنتاجا، ولذلك تقل تدريجيا إلى أن تنعـدم نسبـة بذور النبـاتات الأخرى التى لا تلائمها البيئة المعنية، فأصبح الإنسان يزرع في المـواقـع المختلفـة محاصيـل تختلف في تركيبهـا الـوراثي عن نبـاتات الأمهات الأصيلة التي تم استئنـاسهـا، وبـذلـك يكـون الإنســان قد مارس أسلوبـا بسيطـا من أساليب تربية النبات دون علمه بما تحويه من جينات.

وفي وقتنـا الـراهن تشكـل تربية النباتات أحد أركان إنتاج المحاصيل فعن طريقها استنبطت أصنـاف جديـدة لمعظم أنـواع المحـاصيل تفوق أمهاتها من حيث كمية ونوع الإنتـاج ومقـاومتهـا للآفـات وللظروف البيئية المختلفة، مما مكن الإنسان من نشر هذه المحاصيل في بيئات تبعد كل البعد عن بيئات المراكز التي نشأت فيها.

(١,٦,٣) تحضير الأرض Land preparation

لكي يتمكن الإنسان من إنتاج محصول معين في المساحة التي يختارها، كان لابد له من إزالـة النبـاتـات التي تنمـو في الأرض بصورة طبيعية. كما وجد أن عملية خلخلة أو تفكيـك الـتر بـة تسهـل عليـه وضع البذور في باطن الأرض وتغطيتها. ولابد أن يكون الإنســان قد مارس شتى الطـرق للوصـول إلى غايته الرامية لتهيئة مهد أو مرقد للبذور منـذ المـراحـل الأولى من تاريـخ الـزراعـة. ومـا زالـت هذه الغـاية (والتي تعرف حاليا بتحضـير أو إعـداد الأرض للزراعـة land preparation) أو تحضير المهد أو تجهيز المرقد (seedbed preparation) تشكل أساسا رئيسيًا لإنتاج المحاصيل النباتية.

(١,٦,٤) الزرع Sowing or Planting

ويقصـد بها هنـا وضـع أجـزاء التكـاثر في تربة الموقع المحدد للإنتاج. وقد توصل المزارع القديم، عن طريق الممارسة، إلى حقيقة أن حصوله على المنتوجات التي يرغب فيهـا يتطلب وضـع أجـزاء التكـاثر للنباتات التي تعطى ذلك المنتوج في المكان الصالح

لنموها في موعد معين وبكميات معينة موزعة على بعدي العمق والسطح وقد ابتدع طرقا عديدة للزراعة تتوافق مع ظروفه وإمكاناته . وتعتبر الزراعة في يومنا هذا، من أهم أسس الإنتاج النباتي ، حيث يتحدد بموجبها نمو وتطور العدد اللازم من النباتات التي تستطيع أن تستغل الموارد المتاحة، وتعطي أكبر عائد اقتصادي . وقد تطورت أساليب الزراعة إلى علم فني يأخذ في الاعتبار مجموعة كبيرة من العوامل المتفاعلة .

(١ , ٦ , ٥) وقاية المحاصيل Crop protection

لاحظ الإنسان أن نمو نباتات أخرى تتسبب في ضعف نمو نباتات محصوله وبالتالي تقلل من إنتاجه . كما لاحظ ضرر الكائنات الأخرى التي تتغذى على محصوله ، فاضطر إلى البقاء بالقرب من زراعته لرعايتها وحمايتها، فأزال الحشائش والحشرات ، ومنع الحيوانات والطيور من مهاجمة إنتاجه . وبذلك وضع اللبنات الأولى لأعمال مقاومة الحشائش ومكافحة الآفات التي تشكل في زراعة اليوم عنصرا لا غنى عنه لنجاح الإنتاج النباتي الاقتصادي .

(١ , ٦ , ٦) نظام الزراعة System of agriculture

لم يكن من العسير على المزارع الأول أن يلاحظ أن الغلة التي يحصل عليها، من نفس المساحة من الأرض، تتناقص سنة بعد أخرى مع تكرار الزراعة لتصل إلى حدود متدنية لا تتناسب مع الجهد الذي يبذله لإنتاجها، ولا تكفي لسد حاجته الغذائية . وعندئذ ترك الأرض غير المنتجة ، واستعاض عنها بأرض بكر، أزال منها النباتات الطبيعية لينتج منها محاصيله المختلفة . وبمرور الزمن فطن إلى أن بعض المحاصيل تجود غلتها عندما تسبقها محاصيل معينة . كما لاحظ أن نمو النباتات الطبيعية يتحسن سنة بعد أخرى في الأرض المهجورة (الأرض البور)، وأصبح يشابه مثيله في الأرض البكر، فعاد إلى زراعتها مرة أخرى مفضلا إياها على الأرض البكر نسبة لقلة الأشجار الكبيرة فيها، والتي كان قد أزالها عندما أراد زراعتها في المرة الأولى . وفي ذات الوقت بدأ يمارس نوعا معينا من تتابع المحاصيل في الأرض لكي يحصل على إنتاج أوفر، على مدى أطول من الزمان . وعلى ذلك يكون المزارع القديم قد مارس أسلوبا مبسطا من

أساليب نظم تعاقب المحاصيل (الدورة الزراعية)، حيث كانت المحاصيل تزرع متبادلة في نفس البقعة من الأرض لفترة من الزمن وكانت الزراعة تنقل من أرض إلى أخرى في أوقات معينة. وتعتبر الدورة الزراعية (وتعني نظام تتابع المحاصيل في نفس البقعة من الأرض) أحد أسس الإنتاج النباتي التي ما زالت تتبع في كثير من المناطق الزراعية في العالم. هذا وتجدر الإشارة إلى أن الأسلوب الذي ابتدعه المزارع القديم ما زال يمارس في بعض مناطق العالم دون أن يطور، ويطلق عليه اسم الزراعة المتنقلة (shifting cultivation) وحتى تحت ظروف الزراعة المتقدمة فإن نوعا مطورا من أساليب تبوير الأرض يمارس لأسباب مختلفة في زراعة التبغ في الولايات المتحدة وفي زراعة القمح في المناطق الجافة في كندا، حيث تزرع الأرض سنة وتترك بورا في السنة التالية.

ربما يتبادر إلى الذهن من هذا العرض المبسط لممارسة الإنسان القديم للزراعة بداهة قيامه بهذه الأعمال لكي يحصل على غذائه بحسبان أن كل ذلك مسألة «عادية» يقوم بها أي فرد يمارس الزراعة في يومنا هذا. ولكن الواقع كان غير ذلك بالنسبة للإنسان القديم. ومما يدلل على صعوبة وأهمية الطريقة التي بدأ الإنسان يمارس بها الزراعة أمران: أولهما: أن الإنسان عاش زهاء ربع مليون سنة قبل أن يكتشف هذه الزراعة البسيطة، وثانيهما: أن هذا الأسلوب البسيط من الزراعة القديمة قد ارتكز على نفس الأسس الرئيسية التي يرتكز عليها الإنتاج النباتي في وقتنا الراهن. بيد أن الأسلوب الذي نمارسه الآن يفضل الأساليب القديمة، نتيجة لما قام به الإنسان من تطوير وابتداع، تراكم أثرهما ليظهر في الصورة التي نراها الآن.

(١,٧) تطور فن الزراعة
Development of the Art of Agriculture

كان لاكتشاف الزراعة وممارستها، على نحو ما تم توضيحه في الفقرات السابقة، كبير الأثر في وفرة الغذاء وتأمين العيش للإنسان. ومع حياة الاستقرار تزايد عدد السكان، وازدادت متطلباتهم كما ونوعا، في حين تناقصت مقدرة الأرض على العطاء

بتكرار الزراعة، الأمر الذي اضطر المجموعات المستقرة للهجرة إلى مواطن أخرى. وقد واجه الإنسان في ترحاله اختلاف البيئة ـ بدرجات متفاوتة ـ عن تلك التي عرفها، واستأنس لها ما يناسبها من نباتات، وابتدع لها الأساليب التي تناسب إنتاج تلك النباتات منها. فمن هذه البيئات الجديدة ما وافق المحاصيل التي اصطحبها معه، ومنها ما كان أكثر ملاءمة لمحاصيل أخرى. ومنها ما كان يقصر عن الوفاء بمتطلبات نمو النباتات. ولمواجهة هذه الظروف الجديدة قام المزارع باستئناس أنواع جديدة من النباتات، وتخير من محاصيله القديمة أكثر النباتات ملاءمة للبيئة الجديدة، وفي نفس الوقت طور أساليبه القديمة، وابتدع أساليب جديدة كفلت له تأمين غذائه، ووفرت له من الوقت والجهد ما مكنه من الانتقال بحياته من البر برية إلى الحضارة. وقد تطلبت الحضارات الأولى من بين ما تطلبت وفي وقت واحد: زيادة أنواع وكميات المنتوجات الزراعية. وكذلك انصرافا عن العمل الزراعي تفرضه الحاجة لتوجيه قدر متعاظم من وقت وجهد أفراد المجتمع لأداء الأعمال الأخرى المتباينة التي يحتاجها النظام الاجتماعي الجديد. ولذلك أصبح التوفيق بين هذه المتطلبات الهدف الرئيسي في العمل الزراعي، مما يتطلب الحصول على أكبر كمية من الإنتاج بأقل جهد ممكن. وما زال هذا الهدف يسيطر على الإنتاج الزراعي الحديث في عصرنا الحاضر. وقد جاءت استجابة القطاع الزراعي من خلال تطوير مقدرة المزارع على التحكم في تدعيم مقومات الإنتاج وكذلك رفع كفاءته لإنجاز العمليات الزراعية، فتطورت الأساليب القديمة، وتنوعت الأساليب الجديدة وأصبحت الزراعة حرفة فنية تتطلب في آن واحد المعرفة والحذق في الأداء ـ وفيما يلي من فقرات، نعرض في إيجاز نشأة وتطور بعض أهم تطورات الإنتاج النباتي منذ نشأة الحضارات وحتى بداية ظهور الزراعة العلمية الحديثة.

(١,٧,١) البيئة الزراعية

توفر الطبيعة في مناطق نشوء الحضارات بيئات نباتية متعددة، على قمم الجبال، وسفوحها الرطبة، وفي السهول الجافة، وشبه الجافة، كما توفر الأنهار مصدرا دائما لمياه الري. فإذا أخذنا الشرق الأدنى كمثال، نجد أن هناك العديد من الدلائل التي تشير إلى أن منطقة الهلال الخصيب بوجه عام، كانت تتمتع بمقدرة إنتاجية زراعية أكبر

بكثير مما هي عليه الآن، وبخاصة من ناحيتي التربة وتساقط المياه. وقد مكن هذا الوضع الزراعي الممتاز، من سد المتطلبات الجديدة للمنتوجات الزراعية، عن طريق استئناس المزيد من الحاصلات الزراعية، مثل البازلاء والعدس والحمص والفول البلدي والبرسيم الحجازي والكتان، وكذلك العنب والتمر والتين والزيتون والبصل والثوم والقثاء. ومن جانب آخر اتسع نطاق الزراعة أفقيا. كما أصبح المزارع أكثر قدرة على اختيار النباتات الأكثر ملاءمة للبيئة الجديدة والأوفر إنتاجا، وبذلك تعددت أنواع وأصناف المحصول الواحد في الجهات المختلفة ذات البيئات الزراعية المتباينة.

(١,٧,٢) تسميد التربة

فطن الإنسان إلى الحاجة لتدعيم مقدرة التربة عن طريق إضافة روث الحيوانات والمواد العضوية، وكذلك عن طريق إضافة الرماد، وبذلك أضاف إلى وسائله الإنتاجية معاملة تسميد التربة. وبمرور الزمن أصبحت عملية جمع وحفظ وإضافة المواد العضوية للتربة فنا يأخذ في الاعتبار نوع التربة ونوع المحصول المزروع وكذلك الكميات والمواعيد والطرق التي تضاف بها هذه المواد.

(١,٧,٣) الري والصرف

كان لظروف الجفاف الطبيعي ووفرة المياه في نهر النيل الفضل الأكبر في اكتشاف وتطوير الري (إضافة الماء اصطناعيا إلى الأرض)، والصرف (التخلص من المياه الفائضة في الأرض)، ذلك لأن مياه النيل كانت تقل في بعض الأوقات (موسم التحاريق) فينخفض مستواها عن الأراضي الزراعية وكانت تزيد في أوقات أخرى (موسم الفيضان) فيرتفع مستواها وتفيض عن مجرى النهر فتغطى الأراضي الزراعية. وبالرغم من أن عمليتي الري والصرف متناقضتان من حيث تواجد الماء في موقع الزراعة، إلا أنهما متفقتان من حيث متطلباتهما لنقل المياه وكان المصريون القدماء أول من مارس عملية نقل المياه في الأراضي الزراعية وذلك عن طريق:

١ - عمل الحواجز والجسور، إما لمنع المياه من دخول الأراضي الزراعية، أو لرفع مستوى المياه وتوجيهها لتلك الأراضي.

٢ ـ تسوية سطح الأرض وتعديل ميوله لتوزيع مياه الري، أو التخلص من المياه الزائدة.

٣ ـ إنشاء قنوات لنقل المياه إلى ومن الأرض.

وبالإضافة إلى ذلك، ابتدع قدماء المصريين (الشادوف) كأول وسيلة يدوية لرفع مياه الري من مصدر منخفض إلى الأراضي الزراعية المرتفعة. ثم تبعته الساقية أو عجلة الماء (water wheel). وانتقلت فنون الري المصرية القديمة إلى الآشوريين، الذين طوروا بدورهم وسائل الري. ولعل من أعظم الآثار التي تركها الآشوريون منذ حوالي أربعة آلاف سنة قنوات الري المصنوعة من الطوب المحروق لري الأراضي الزراعية في السهول والمدرجات ولرى الحدائق والمتنزهات. ويقدر علماء الآثار أن قنوات الري في ذلك الوقت كانت تغطي حوالي عشرة آلاف ميل مربع من الأراضي الزراعية في منطقة الهلال الخصيب وتبع ذلك تطوير أساليب الري في الجنوب الغربي للجزيرة العربية بإنشاء سد مأرب ومنشآت الري الملحقة به. ثم ابتدع الرومان القدماء الساقية ذاتية الدفع، والتي تعمل على رفع المياه بالطاقة المستمدة من اندفاع مياه الأنهار. واستمر تطوير وسائل الري بصفة خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. ومن جانب آخر، تطورت وسائل الصرف على ضفاف الأنهار، وفي جهات العالم الرطبة وبخاصة في أوروبا. فأنشئت المصارف المكشوفة والمغطاة، وجففت الأراضي من مياه البحر.

(١,٧,٤) خدمة الأرض

تشكل خدمة الأرض أشق العمليات الزراعية وأكثرها طلبا للوقت والجهد. ومن هنا جاء اهتمام المزارع بتطوير قدراته على التعامل مع الأرض، بهدف تقليل الجهد وتوفير الوقت، فصنع أنواعا متعددة من الالآت اليدوية الخشبية لتحريك التربة. ثم صنع المحراث الذي يجره الإنسان. ثم أخضع الإنسان الحيوان للقيام بالأعمال الزراعية. وصنع لهذا الغرض آلات جديدة مثل المحراث الذي تجره الحيوانات، وآلات تسوية سطح الأرض، وإنشاء القنوات، وآلات الدراس. وبعد اكتشاف

المعـادن، استغلهـا الإنسان لصنع آلات أكبر وأقوى من الالآت الخشبية. ففي القرن الحادي عشر ظهر المحراث الحديدي القلاب الذي تجره الحيوانات، وتبعته آلات خدمة الأرض الأخرى، وكذلك آلات التسطير، وآلات الحصاد وخلافها.

(١,٧,٥) تطور النظم الزراعية

أدى تطـور المجتمعـات إلى تطـور النظم الـزراعيـة، فطور الرومان القدماء نظام تتابع المحاصيل في نفس البقعة من الأرض، وأصبحت الدورة الزراعية أساسا للإنتاج الزراعي، لا يحيد عنه المزارع في أوروبا. ثم فرض نظام الضيعات في أوروبا نوعا من التخصص في الإنتـاج النبـاتي. فقسمت الضيعة إلى أجزاء تبعا لصلاحيتها لأغراض الإنتاج النباتي المختلفة إلى ثلاثة أجزاء:

١ ـ أراضي الغابات والمراعي الطبيعية

وهي الأراضي الـوعـرة أو المنحـدرة أو الأراضي البعيدة عن أماكن السكن، والتي تغطيها النباتات الطبيعية، فتركت لإنتاج الأخشاب، وكذلك للرعي والصيد.

٢ ـ أراضي المحاصيل الحقلية

وهي عادة ما تشغـل أكـبر مساحة من الضيعة وتزرع فيها المحاصيل الحقلية على نطاق واسع.

٣ ـ أراضي البساتين

وهي الأراضي الأقـرب إلى أمـاكن السكن، وتزرع فيها الخضر والفاكهة ونباتات الزينة والأعشاب الطبية. وكان لبروز هذا النوع من التخصص في الإنتاج كبير الأثر في تطـويـر فنون البستنة بشكل خاص. فطور الرومان قبل الميلاد أساليب اختيار النباتات وطـرق التكـاثـر، فأدخلوا التطعيم (budding) والتركيب (grafting) في أشجار الفاكهة ونبـاتـات الزينة. واستغلوا فنون المعمار لتنسيق حدائق الفاكهة وحدائق الزينة. وأنشأوا الـبرك لزراعـة النبـاتـات المائية. وبنوا نوعا من الصوب مصنوعا من مادة المايكا لزراعة الخضـر في الـوقت الـذي لا تتـوفـر فيـه الظـروف المنـاخيـة المواتية لإنتاجها في الحقول المكشوفة. كما وأنشأوا المخازن الباردة لإطالة فترة صلاحية ثمار الفاكهة بعد حصادها.

(١,٨) العلوم الزراعية
Sciences and Agriculture

طيلة الفترة السابقة، اعتمد الإنسان في تطوير الزراعة على المشاهدة والملاحظة والخبرة الشخصية، التي يورثها الفرد أو الجماعات الصغيرة لأبنائهم. وعلى ذلك اتسم تقدم الزراعة بالسمة المحلية أو الإقليمية. وكان الابتداع الحرفي، المعتمد على المواهب الشخصية، أساس التقنية الزراعية، يقوم به الحرفيون دون أن تكون قد أتيحت لهم الفرصة لاكتساب المعرفة. ذلك لأن الفلاسفة (وهو الاسم الذي كان يطلق على العلماء باعتبار أن كلمة فلسفة الاغريقية تعني حب المعرفة) انكبوا على الحصول على المعرفة لذاتها. ولم يتجه الفلاسفة نحو ترجمة معرفتهم إلى عمل تقني، يستطيع أن يمارسه الحرفي أو المزارع. وعلى ذلك بقي العلم بعيدا عن تطوير الزراعة العملية. فبالرغم من أن الفلاسفة بدأوا دراسة النباتات في عهد الآشوريين والإغريق القدماء حيث كتب ثيوفراستس (Theophrastus of Eresos) في الثالث قبل الميلاد عن تشريح وتصنيف النباتات، وطرق الإكثار بالبذور وأجزاء النبات الخضراء، وعن أشجار الغابات ونباتات البساتين والنباتات الطبية، وعن الحشرات وخلافها. وتبعهم في هذا المجال قدماء الرومان وبقية فلاسفة أوروبا بالرغم من كل ذلك، لم يسهم العلم القديم بصفة مباشرة في تطوير الزراعة حتى القرن السادس عشر الميلادي.

في بداية القرن السابع عشر، اتجه الفلاسفة إلى دراسة العلوم البيولوجية المتصلة بالزراعة، بانتهاج الأسلوب العلمي الذي بدأ يتطور في ذلك الوقت. والأسلوب العلمي (scientific method) هو عبارة عن نهج منظم لتراكم وترتيب المعرفة، يستطيع باتباعه العَالِمْ من الحصول على الحقائق التي لا يرقي إليها الشك تحت كل الظروف. ويتمثل هذا النهج في أبسط صوره في الخطوات التالية:

(ا) الملاحظة للتعرف على المشكلة القائمة أو الحقيقة الغائبة، وجمع المعلومات المتصلة بها إن وجدت.

(ب) وضع افتراضات معقولة لحل تلك المشكلة، أو الوصول إلى الحقيقة الغائبة.

(جـ) اختبار تلك الافتراضات، عن طريق إجراء التجارب ورصد النتائج.

(د) تحليل النتائج المرصودة، للتعرف على أكثر الافتراضات صحة وأقربها إلى الحقيقة. ومن ثم اعتماد الافتراض كنظرية، أو وضع افتراضات جديدة.

(هـ) الاستمرار في اختبار النظرية في ظروف متباينة، وعلى مدى فترة معقولة من الزمن، لإثبات صحتها كحقيقة لا يتطرق إليها الشك، تحت كل الظروف وفي كل الأزمان، فتصبح بذلك قانونا علميا.

وعلى هذا النهج بدأت تنشط الدراسات الخاصة بعلوم الزراعة في أوائل القرن السابع عشر، بعد أن تم اكتشاف الميكروسكوب في عام ١٥٩٠م. ومن الطبيعي أن تتركز الدراسات الأولى على النبات نفسه. فوصف روبرت هوك (Robert Hooke) الخلية النباتية (plant cell) . وتبعه من بعد ذلك التعرف على البر وتوزوا (protozoa) والبكتريا (bacteria) وعلى الخواص التشريحية والجنسية للنبات، مما مهد للعالم مندل (Mendel) اكتشاف الحقائق الأولى للوراثة في القرن التاسع عشر، وفي القرن السابع عشر أيضا توصل العالم السويدي لينييس (Linnaeus) إلى وضع نظام لتسمية الكائنات وتسميتها تبعا للجنس والنوع وهو النظام المتبع في وقتنا الراهن. وشهد القرن السابع عشر أيضا بداية الدراسات عن فسيولوجيا النبات. وكان للعالم الألماني ليبج (Liebig) الفضل الأول في بداية دراسة علوم التربة وتغذية النبات عندما توصل في عام ١٨٤٠م إلى أن النبات يكتسب ثاني أكسيد الكربون من الهواء ويمتص العناصر المعدنية من التربة. وفي مجال الآفات التي تصيب النباتات كلل باستير الفرنسي (Pasteur) أعماله وأعمال من سبقه من العلماء باكتشافه في أواسط القرن التاسع عشر لحقيقة إن الكائنات (الميكروبات) هي التي تسبب الأمراض وجاء من بعده في القرن الماضي العالم الألماني دى باري (De Bary) الذي توصل إلى حقيقة إن الأمراض المعينة في النبات تسببها كائنات معينة كما تطرق إلى تعريف التطفل والعدوى والمقاومة في النباتات.

ونتيجة لهذا التطور برزت أهمية دور العلوم كأداة لتطوير الزراعة فأُدخِلَتْ العلوم الزراعية ضمن المقررات الرسمية في الجامعات. فأنشئت كلية للعلوم البيطرية في الدنمارك عام ١٧٧٣م وأدخلت علوم الزراعة في جامعات المملكة المتحدة (إدنبرا في ١٧٩٠م وأكسفورد ١٧٩٦م).

وانتقل اهتمام العلم بالزراعة من دراسة العلوم البحتة، وتدرج في الجامعات إلى نطاق البحث العلمي، في مؤسسات متخصصة. ففي عام ١٨٣٤م أنشأ لوز (Laws) مختبرا خاصا للبحوث الزراعية، وبالتعاون مع زميله جلبرت (Gilbert) حول المختبر إلى أول محطة أبحاث زراعية في العالم، وهي محطة أبحاث روثامستيد (Rothamsted Experimental Station) بالمملكة المتحدة. وكان أول ما أسهمت به هذه المحطة دراسة الأسمدة ووسائل التسميد، التي أتت ثمارها في تصنيع أول سماد صناعي (سوبرفسفات superphosphate) عام ١٨٤٢م، وذلك بمعاملة الحجر الفسفاتي بحمض الكبريتيك.

(١,٩) الزراعة والتكنولوجيا
Agriculture and Technology

من العسير القول بأن التكنولوجيا الحديثة المرتكزة على العلم قد أدخلت في الزراعة في وقت بعينه، ذلك لأن التحديث التكنولوجي للإنتاج الزراعي جاء في البداية نتيجة لاستغلال اكتشافات معينة بصورة منفردة، لإنجاز واحدة أو أكثر من سلسلة العمليات الإنتاجية. ومع تطوير هذه الاكتشافات في نطاق الزراعة، نشأت الحاجة إلى إدخال عناصر جديدة من التكنولوجيا لتتواكب مع الأساليب الجديدة المستعملة في الإنتاج الزراعي. ورويدا ترابطت الاكتشافات المنفردة في أداء الأعمال الزراعية، ووصلت الآن إلى الحدود التي أصبحت معها الزراعة الحديثة هي الأخذ بمجموعة متكاملة من العناصر التكنولوجية التي يتوجب استعمالها ككل، ولا يمكن أن يفي بالغرض المنشود إذا تمت تجزئته.

وأول عناصر التكنولوجيا، التي استغلت للإنتاج الزراعي، كان استعمال الماكينات التي تعمل بالطاقة البترولية (الجرارات)، للاستعاضة عن الطاقة التي كانت توفرها الحيوانات الزراعية، ومع هذا التغيير في نوع الطاقة المتوفرة، كان لابد من تطوير الآلات، وتغيير الأساليب المتصلة بالعمليات الزراعية التي كانت تشتغل فيها الحيوانات، مثل تحضير الأرض، وزراعة ورعاية وحصاد المحاصيل. كما أحدث تغيير نوع الطاقة تطورا ملحوظا في أساليب الري والصرف. ومن ناحية أخرى، جاءت الدراسات العلمية في مجال علم الوراثة بأصناف جديدة من المحاصيل، تتصف بقدرة إنتاجية عالية، ولكنها تتطلب قدرا أكبر من العناصر الغذائية. وكانت صناعة الأسمدة وقتئذ قد تطورت إلى المرتبة التي مكنتها من الإيفاء بمتطلبات هذه الأصناف الجديدة. كل ذلك أدى إلى دفعة كبيرة في الإنتاج الزراعي قبل حلول العقد الخامس من القرن العشرين.

وفي خلال الأربعينيات من هذا القرن أسهمت دراسات الكيمياء في اكتشاف مادتي الـ د. د. ت. (DDT) التي تقتل الحشرات، والـ (2,4-D) التي تقضي على الحشائش عريضة الأوراق. وكان اكتشاف هاتين المادتين بداية لتطور كبير في مجال استعمال المركبات الكيميائية لمكافحة الحشرات والحشائش. وشهد العقدان الماضيان أكبر تقدم في أساليب الإنتاج النباتي، حيث طورت الالآت بصورة مكنت من إجراء الغالبية العظمي من العمليات الزراعية آليا. وكذلك تطورت أساليب الري، ومكافحة الآفات، وصناعة السماد، واستعمال منظمات النمو (growth regulators) ومن جانب آخر، تطورت قدرة الإنسان على التحكم في العوامل البيئية. فانتشرت طرق الزراعة المحمية (الصوب الزجاجية والبلاستيكية والأنفاق وخلافها) وتعددت النظم الزراعية، وانتقلت الزراعة إلى مرحلة جديدة صار فيها عامل الربح هو المحدد الأول لنوع المحصول ونظام الزراعة وأسلوب الإنتاج. وفي نفس الوقت أصبحت العوامل الاقتصادية تلعب دورا متعاظما في الإنتاج. ففي كثير من الأحيان يكون العامل الاقتصادي، المحدد الوحيد لممارسة الزراعة في أي صورة من صورها. ومن هنا جاء تعريف الزراعة الحديثة بأنها:

«مجموعة من الأنشطة يقوم بها الإنسان، لاستغلال الموارد المتجددة المتاحة، بغرض الحصول على أكبر قدر من الربح الصافي.».

كانت نتيجة هذا التطور زيادة هائلة في الإنتاج الزراعي كما ونوعا، وتوفيرا كبيرا للجهد الإنساني. بيد أن هذا التطور لم يمس طبيعة الحياة، وبقيت الكائنات الحية على حالتها منذ خلقها، تنمو وتتكاثر وفقا لعمليات بيولوجية محددة، تتم خلال فترات زمنية معينة، تحت ظروف خاصة بها، لكي تنتج مواد عضوية بعينها. ولم يتمكن الإنسان من تحويل الإنتاج الزراعي إلى إنتاج صناعي، يتحكم الإنسان في نوع مكوناته وسرعة تكوينه.

ويجب الإشارة إلى أن هذا التطور لم يشمل في أي مرحلة من مراحله جميع أنحاء العالم. حيث إن كل منطقة تطورت تبعا للظروف المحيطة بها. وفي عصرنا الراهن، نجد أن الإنتاج الزراعي يشتمل على أنماط تمثل معظم المراحل التي تطورت من خلالها الزراعة. فكما سبق ذكره، نجد أن الزراعة المتنقلة (البدائية) ما زالت تمارس حتى وقتنا الراهن في بعض مناطق العالم. بينما تقدمت الزراعة في مناطق أخرى، مستغلة كل ما يتيحه العلم والتكنولوجيا من معرفة ووسائل للإنتاج الزراعي.

مراكز نشوء النباتات الاقتصادية*

World Centers of Origin of Economic Plants

● مراكز نشوء النباتات المزروعة في العالم ● أهمية دراسة مراكز النشوء ● انتشار المحاصيل المزروعة ● توزيع النباتات الاقتصادية في العالم ● العوامل المؤثرة على توزيع الحاصلات الزراعية ● تقسيم النباتات الاقتصادية

يعتقد أن معظم النباتات الاقتصادية المعروفة الآن أنواع برية تعرضت لعوامل الانتخاب الطبيعي لفترة طويلة من الزمن. ولقد أدت عملية الانتخاب هذه إلى استبعاد الأنواع التي لم تستطع مواءمة الظروف البيئية، بينما ظهرت أنواع أخرى أكثر قدرة على تحمل الظروف. قام الإنسان بإدخال العديد من التحسينات على الصفات الزراعية للنباتات، للحصول على احتياجاته الغذائية بدلا من اعتماده على الصيد فقط. وبعد أن ازداد مرانا واكتسب خبرة في الحياة العملية، أصبح الإنسان غير راض عما تعطيه الطبيعة، فبدأ يجري بعض التحسينات للنباتات الموجودة، فكان يختار لزراعته النباتات التي تعطيه محصولا أوفر أو مذاقا أفضل. أما النباتات التي لم يجد فيها فائدة له فقد بقيت على حالتها البرية إلى وقتنا هذا.

* محمود محمد حبيب، حسين علي توفيق، محمد عبدالرحيم شاهين، محمد عمر غندورة محمد لطفي محمود الأسطى

(١ , ٢) مراكز نشوء النباتات المزروعة في العالم
World Centers of Origin of Cultivated Plants

المركـز الأصلي للمحصـول هو المكان الذي نشأ فيه النبـات لأول مـرة، وقد قام De Candolle عام ١٨٨٢م بدراسة ٢٤٧ نوعًا من النباتات فوجد أن ١٩٣ منها ما زالت موجودة على حالتها البرية (wild) و٢٧ منها في حالة نصف برية (half wild) أما الأنواع الباقية فلم يعثر على أصلها البري. كما وجد أيضا أن ١٩٩ نوعا من تلك التي درسها قد نشأت في آسيـا وأفـريقيـا (الـدنيـا القـديمة) وأن ٤٥ نوعا قد نشأت في الأمريكتين (الـدنيـا الجديدة)، في حين أن ٣ منها لم يكن متأكدا من مكان نشأتها. ومن المحاصيل الهامة التي نشأت أصلا في آسيا وأفريقيا محاصيل: القمح والشعير والأرز والذرة الرفيعة والقطن الآسيـوي وبنجـر السكـر ومعظم محاصيـل العلف الأخضـر. بينـما نشأ في الأمـريكتـين محاصيـل البطـاطس والـذرة الشامية والقطن الأمريكي (upland) والقطن (Sea Island) والدخان ودوار الشمس.

ولقـد عرف فافلوف (Vavilov, 1951) مركـز نشـوء أي نبـات مزروع بأنه المكان أو المنطقة التي تحتوي على أكبر عدد من الطرز والتصنيفات الوراثية المختلفة لهذا النبات. وقـد لاحـظ أن هنـاك بعض المنـاطق تكثر بها الأنواع النباتية بصورة غير عادية، مثل: جنـوب شرق الصـين والهنـد وجنوب غرب آسيا وأمريكا الوسطي. أما المناطق الشمالية مثـل سيبـيريـا ووسط وشمال أوروبا وأمريكا الشمالية فإنها تحتوي على أنواع قليلة جدا من النبـاتـات، وقـد بلغ تركيـز النباتات أقصاه في بلاد القوقاز وجبال أفغانستان وشمال غرب الهند.

وعلى هذا الأساس حدد فافلوف (Vavilov) مراكز نشوء النباتات بناء على أسس نباتية ووراثية وسيتولوجية وجغرافية ومناخية إلى ثمان مناطق (شكل ٢ ـ ١)، كما قسم بعض المنـاطق إلى مراكـز، فتقسم منطقـة الهنـد إلى مركـزين، وتنقسم منطقة أمريكا الجنوبية إلى ثلاثة مراكز. ونذكر فيما يلي المراكز الأصلية الثمانية وأهم النباتات المزروعة التي نشأت بكل منها:

(١, ١, ٢) المركز الصيني **Chinese center**

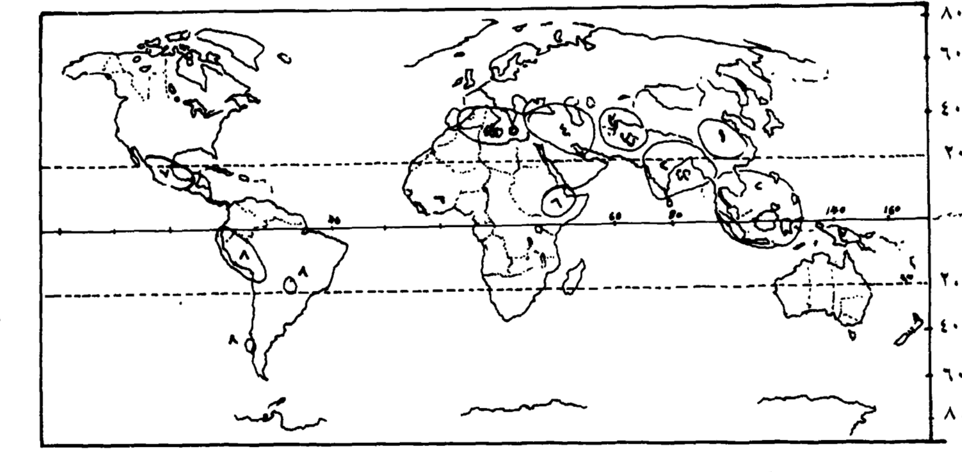
وهو أكبر المراكز المعروفة، ويغطي المناطق الجبلية التي تقع في وسط وغرب الصين وكذلك السهول المنخفضة المجاورة وهناك (١٣٦) نوعا من النباتات المستوطنة أهمها ما يلي:

١ ـ الشعير العاري	Hulless barley *(Hordeum hexastichum)*
٢ ـ فول الصويا	Soybean *(Glycine hispida)*
٣ ـ الفجل	Radish *(Raphanus sativus)*
٤ ـ الكرنب الصيني «الملفوف»	Chinese cabbage *(Brassica sinensis, B pekinensis)*
٥ ـ البصل	Onion *(Allium sinensis, A. fistulosum, A. pekinensis)*
٦ ـ الخيار	Cucumber *(Cucumis sativus)*
٧ ـ الكمثرى	Pear *(Pyrus serotina, P.ussuriensis)*
٨ ـ التفاح الصيني «الآسيوي»	Chinese apple *(Malus asiatica)*
٩ ـ الخوخ	Peach *(Prunus persica)*
١٠ ـ المشمش	Apricot *(Prunus armeniaca)*
١١ ـ الكريز	Cherry *(Prunus pseudocerasus)*
١٢ ـ الجوز	Walnut *(Juglans sinensis)*
١٣ ـ قصب السكر	Sugar cane *(Saccharum sinense)*
١٤ ـ الأفيون (الخشخاش)	Opium *(Papavar somniferum)*
١٥ ـ الكافور	Camphor *(Cinnamomum camphora)*
١٦ ـ القنب	Hemp *(Cannabis sativa)*

(٢, ١, ٢) المركز الهندي **Indian center**

(أ) المركز الرئيسي **Main center**

يغطي سيام (فيتنام ـ كمبوديا ـ تايلاند) وبورما، باستثناء شمال غرب الهند والبنجاب وهي مركز نشأة حوالي ١١٧ نوعا من النباتات أهمها:



شكل (١، ٢). مراكز نشوء النباتات المزروعة في العالم:

١ ـ المركز الصيني ٥ ـ مركز البحر الأبيض المتوسط
٢ ـ المركز الهندي ٦ ـ مركز الحبشة
٣ ـ مركز وسط آسيا ٧ ـ مركز جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى
٤ ـ مركز الشرق الأدنى ٨ ـ مركز أمريكا الجنوبية: مركز بوليفيا، مركز شيلي، مركز البرازيل وبارجواي

١ ـ الأرز	Rice *(Oryza sativa)*
٢ ـ الحمص	Chickpea *(Cicer arietinum)*
٣ ـ بسلة الطيور	Pigeonpea *(Cajanus indicus)*
٤ ـ نوع من الفاصوليا	Urd bean *(Phaseolus mungo)*
٥ ـ نوع من الفاصوليا	Mung bean *(P. aureus)*
٦ ـ نوع من الفاصوليا	Rice bean *(P. calcaratus)*
٧ ـ لوبيا العلف	Cowpea *(Vigna sinensıs)*
٨ ـ الباذنجان	Eggplant *(Solanum melongena)*
٩ ـ الخيار	Cucumber *(Cucumis sativus)*
١٠ ـ الفجل	Radish *(Raphanus caudatus)*
١١ ـ المانجو	Mango *(Mangifera ındica)*
١٢ ـ البرتقال	Orange *(Citrus sınensis)*
١٣ ـ اليوسفي «تانجرين»	Tangerine *(C. nobilis)*
١٤ ـ الترنج	Citron *(C. medica)*
١٥ ـ التمر هندي	Tamarind *(Tamarindus indica)*
١٦ ـ قصب السكر	Sugar-cane *(Saccharum officınarum)*
١٧ ـ جوز الهند	Cocoanut palm *(Cocos nucıfera)*
١٨ ـ السمسم	Sesame *(Sesamum ındicum)*
١٩ ـ القرطم ـ «العصفر»	Safflower *(Carthamus tinctorius)*
٢٠ ـ شجرة القطن (الهندي)	Indian cotton *(Gossypium arboreum)*
٢١ ـ القطن الشرقي	Oriental cotton *(G. nanking)*
٢٢ ـ الجوت	Jute *(Corchorus capsularis)*
٢٣ ـ قنب الكروتولاريا	Bengal hemp *(Crotalarıa juncea)*
٢٤ ـ التيل	Kenat *(Hibiscus cannabinus)*
٢٥ ـ مارزوان	Indian shot *(Cannabıs indica)*
٢٦ ـ الفلفل الأسود	Black pepper *(Piper nigrum)*

٢٧ ـ الصمغ العربي	Gum arabic *(Acacia arabica)*
٢٨ ـ الصندل	Sandal wood *(Santalum album)*
٢٩ ـ القرفة	Cinnamon tree *(Cinnamomum zeylanicum)*
٣٠ ـ خيزران ـ بامبو	Bamboo *(Bambusa tulda)*
٣١ ـ الصُفيِّر «تكومة»	Yellow *(Tecoma stans)*
٣٢ ـ ترمينا ليا	Myrobalan *(Terminalia arjuna)*
٣٣ ـ اللبخ	Lebbeck tree *(Albizzia lebbeck)*
٣٤ ـ السرسوع	Sisso tree *(Dalbergia sissoo)*
٣٥ ـ الفيكس المطاط	Indian rubber tree *(Ficus elastica)*
٣٦ ـ الزنزلخت	Margosa, Persian lilac *(Melia azedarach)*
٣٧ ـ الفيكس العادي	Chinese banyan *(Ficus retusa)*

(ب) مركز الهند أرخبيل الملايو Indo-malayan center

ويشمل الهند الصينية والملايو وقد نشأ في هذه المنطقة حوالي ٥٥ نوعا نباتيا من أهمها :

١ ـ الشادوك	Pummelo *(Citrus grandis)*
٢ ـ الموز	Banana *(Musa cavendishii, M sapientum)*
٣ ـ المانجوستين	Mangosteen *(Garcinia mangostana)*
٤ ـ جوز الهند	Cocoanut *(Cocos nucifera)*
٥ ـ قصب السكر	Sugar cane *(Saccharum officinarum)*
٦ ـ القرنفل الأبيض	Clove *(Caryophyllus aromaticus)*
٧ ـ الفلفل الأسود	Black pepper *(Piper nigrum)*
٨ ـ تيل مانيلا «موز الألياف»	Manila hemp *(Musa textilis)*

(٣ ,١ ,٢) مركز وسط آسيا Central Asiatic center

١ ـ القمح الهندي «العادي أو الدارج»

Common wheat (*Triticum aestivum* var *vulgare*)

٢ ـ القمح الهندي «الكروي» Shot wheat (*T. a. sphaerococcum*)

٣ ـ القمح المندمج ـ المزدحم Club wheat (*T a. compactum*)

٤ ـ البازلاء ـ البسلة Pea (*Pisum sativum*)

٥ ـ العدس Lentil (*Lentilla lens*)

٦ ـ الفول البلدي Horse bean (*Vicia faba*)

٧ ـ الحمص Chickpea (*Cicer arietinum*)

٨ ـ الفاصوليا Muna bea (*Phaseolus aureus*)

٩ ـ المستردة Mustard (*Brassica juncea*)

١٠ ـ الكتان Flax (*Linum usitatissimum*)

١١ ـ السمسم Sesame (*Sesamum indicum*)

١٢ ـ القنب Hemp (*Cannabis indica*)

١٣ ـ القطن الأفريقي Cotton (*Gossypium herbaceum*)

١٤ ـ البصل Onion (*Allium cepa*)

١٥ ـ الثوم Garlic (*A. sativum*)

١٦ ـ السبانخ Spinach (*Spinacia oleracea*)

١٧ ـ الجزر Carrot (*Daucus carota*)

١٨ ـ الفستق Pistacia (*Pistacia vera*)

١٩ ـ الكمثرى Pear (*Pyrus communis*)

٢٠ ـ اللوز Almond (*Amygdalus communis*)

٢١ ـ العنب الأوروبي Grape (*Vitis vinifera*)

٢٢ ـ التفاح Apple (*Malus pumila*)

٢٣ ـ الجلادتشيا Honey locust (*Gleditschia triacanthos*)

٢٤ ـ الأثل Tamarisk (*Tamarix articulata*)

(٤ , ١ , ٢) مركز الشرق الأدنى Near Eastern center

ويشمل آسيا الصغري الداخلية، ومنطقة القوقاز وإيران، ومرتفعات التركانستان، وقد وجد بها حوالي ٨٣ نوعا من النباتات منها:

١ ـ القمح وحيد الحبة	Einkorn wheat *(Triticum monococcum)*
٢ ـ القمح الديورم (قمح المكرونة)	Durum wheat *(T. durum)*
٣ ـ القمح البولارد	Poulard wheat *(T. turgidum)*
٤ ـ القمح الدارج (الهندي)	Common wheat *(T. aestivum* var. *vulgare)*
٥ ـ القمح الشرقي	Oriental wheat *(T. orientale)*
٦ ـ القمح الإيراني «العجمي»	Persian wheat *(T. persicum)*
٧ ـ القمح تيموفيفي	Timopheevi wheat *(T. Timopheevii)*
٨ ـ القمح ماشه	Macha wheat *(T. a. macha)*
٩ ـ القمح المتفرع	Branched wheat *(T. vavilovianum)*
١٠ ـ الشعير ذو الصفين	Two-rows barley *(Hordeum distichum)*
١١ ـ الشيلم ـ الراي	Rye *(Secale cereale)*
١٢ ـ شوفان البحر الأبيض المتوسط	Mediterranean oats *(Avena byzantina)*
١٣ ـ الشوفان العادي ـ الزمير	Common oats *(A. sativa)*
١٤ ـ العدس	Lentil *(Lentilla lens)*
١٥ ـ الترمس	Lupine *(Lupinus pilosus, L. albus)*
١٦ ـ البرسيم الحجازي (معمر)	Alfalfa *(Medicago sativa)*
١٧ ـ البرسيم الإيراني «العجمي»	Persian clover *(Trifolium resupinatum)*
١٨ ـ الحلبة	Fenugreek *(Trigonella foenum graecum)*
١٩ ـ التين	Fig *(Ficus carica)*
٢٠ ـ الرمان	Pomegranate *(Punica granatum)*
٢١ ـ التفاح	Apple *(Malus domestica)*
٢٢ ـ الكمثرى	Pear *(Pyrus communis)*
٢٣ ـ السفرجل	Quince *(Cydonia oblonga)*

٢٤ ـ الكرز Cherry *(Prunus cerasus)*

٢٥ ـ فلفل مستكة «رفيع الأوراق» Californian pepper *(Schinus molle)*

(٥, ١, ٢) مركز البحر الأبيض المتوسط Mediterranean center

ويشمـل كل المنـاطق التي تحيـط بالبحر الأبيض المتوسط. وقد وجد بها حوالي ٨٤ نوعا نباتيا أهمها:

١ ـ قمح المكرونة «الديورم» Durum wheat *(Triticum durum expansum)*

٢ ـ القمح ثنائي الحبة Emmer *(T. dıcoccum)*

٣ ـ القمح البولندي Polish wheat *(T. polonıcum)*

٤ ـ نوع من القمح Spelt wheat *(T. a. spelta)*

٥ ـ شوفان البحر الأبيض Medıterranean oats *(Avena byzantina)*

٦ ـ الشوفان الرملي Sand oats *(Avena brevıs)*

٧ ـ البازلاء ـ البسلة Pea *(Pısum satıvum)*

٨ ـ الترمس المصري Lupine *(Lupınus termis albus)*

٩ ـ الكتان Flax *(Linum usitatissımum, L. angustifolıum)*

١٠ ـ الخردل الأسود Black mustard *(Brassıca nigra)*

١١ ـ الزيتون Olıve *(Olea europaea)*

١٢ ـ البرسيم المصري Egyptian clover *(Trifolium alexandrinum)*

١٣ ـ البرسيم الأبيض Whıte clover *(T. repens)*

١٤ ـ البرسيم القرمزي Crimson clover *(T. ıncarnatum)*

١٥ ـ بنجر المائدة Garden beet *(Beta vulgarıs)*

١٦ ـ الكرنب «الملفوف» Cabbage *(Brassica oleracea)*

١٧ ـ اللفت Turnip *(B. campestris, B napus)*

١٨ ـ الخس Lettuce *(Lactuca satıva)*

١٩ ـ الهليون «الاسبرجس» Asparagus *(Asparagus officinalis)*

٢٠ ـ الشيكوريا Chicory *(Cichorium intybus)*

٢١ ـ الكراوية	Carawya *(Carum carvi)*
٢٢ ـ النعناع	Peppermint *(Mentha peperita)*
٢٣ ـ اليانسون	Anise *(Pimpinella anisum)*
٢٤ ـ الخرنوب (الخروب)	Locust *(Cera onia siliqua)*, Carob
٢٥ ـ السرو	Italian cypress *(Cupressus sempervirens)*
٢٦ ـ الصنوبر الحلبي	Aleppopine *(Pinus halopensis)*

(٢,١,٦) مركز الحبشة Abyssinian center

ويشمل اثيوبيا وجزء من الصومال، وقد وجد هناك حوالي ٣٨ نوعا من النباتات منها:

١ ـ القمح الحبشي	Abyssinian hard wheat *(Triticum durum abyssinicum)*
٢ ـ القمح البولارد الحبشي	Polard wheat *(T. turgidum abyssinicum)*
٣ ـ القمح ثنائي الحبة الحبشي	Emmer wheat *(T dicoccum abyssinicum)*
٤ ـ القمح البولندي الحبشي	Polish wheat *(T. polonicum abyssinicum)*
٥ ـ الشعير	Barley *(Hordeum sativum)*
٦ ـ الذرة الرفيعة	Vulgare, grain sorghum *(Sorghum bicolor)*
٧ ـ الدخن	Pearl millet *(Pennisetum spicatum)*
٨ ـ التيلبون الأفريقي	African millet *(Eleusine coracana)*
٩ ـ لوبيا العلف	Cowpea *(Vigna sinensis)*
١٠ ـ الكتان	Flax *(Linum usitatissimum)*
١١ ـ السمسم	Sesame *(Sesamum indicum)*
١٢ ـ الخروع	Castor bean *(Ricinus communis)*
١٣ ـ البن	Coffee *(Coffea arabica)*
١٤ ـ البامية	Okra *(Hibiscus esculentus)*

(٢,١,٧) مركز جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى
South Mexican and Centeral American center

ويشمل الجزء الجنوبي من المكسيك وكوستاريكا وجواتيمالا وهندوراس.

١ ـ الذرة الشامية «الأمريكي»	Maize *(Zea mays)*
٢ ـ الفاصوليا	Common bean *(Phaseolus vulgaris)*
٣ ـ فاصوليا الليما	Lima bean *(P. lunatus)*
٤ ـ فاصوليا تيباري	Tepary bean *(P. acutifolius)*
٥ ـ القرع العسلي	Winter pumpkin *(Cucurbita maxima)*
٦ ـ القطن «الأبلند»	Upland cotton *(Gossypium hirsutum)*
٧ ـ السيسل «السيزال»	Sisal *(Agave sisalana)*
٨ ـ البطاطا الحلوة	Sweet potato *(Ipomea batatus)*
٩ ـ الفلفل الأحمر ـ الشطة	Pepper *(Capsicum annuum)*
١٠ ـ دار فلفل	Spur pepper *(C. frutescens)*
١١ ـ الباباظ ـ الباباي	Papaya *(Carica papaya)*
١٢ ـ الجوافة	Guava *(Psidium guajava)*
١٣ ـ الكرز البري	Wild black cherry *(Prunus serotina)*
١٤ ـ طماطم كرزية	Cherry Tomato *(Lycopersicon cerasiforme)*
١٥ ـ الكاكاو	Cacao *(Theobroma cacao)*
١٦ ـ التبغ ـ التباكو	Tobacco *(Nicotiana rustica)*
١٧ ـ غاف ـ المسكويت	Musquit *(Prosopis juliflora)*

(٢,١,٨) مركز أمريكا الجنوبية South American center

وجد هناك حوالي ٦٢ نوعا من النباتات:

(ا) مركز بيرو/ اكوادور/ بوليفيا Bolivian center

ويشمل أساسا المناطق الجبلية:

١ ـ البطاطس (٩٦ كروموسوم)	Andean potato *(Solanum andigenum)*

٢ ـ هنالك أكثر من ١٤ نوعا من البطاطس المستوطنة في هذه المنطقة تختلف عدد الكروموسومات فيها من ٢٤ ـ ٦٠ كروموسوم .

٣ ـ الذرة الشامية النشوية	Starchy maize *(Zea mays)*
٤ ـ فاصوليا الليما	Lima bean *(Phaseolus lunatus)*
٥ ـ الفاصوليا	Common bean *(P vulgaris)*
٦ ـ الطماطم «البندورة»	Tomato *(Lycopersicon esculentum)*
٧ ـ القرع العسلي	Pumpkin *(Cucurbita maxima)*
٨ ـ الشطة ـ الحب الحار	Pepper *(Capsicum frutescens)*
٩ ـ القطن المصري	Egyptian cotton *(Gossypium barbadense)*
١٠ ـ الجوافة	Guava *(Psidium guajava)*
١١ ـ الكينا	Quinine tree *(Cinchona calisaya)*
١٢ ـ التبغ ـ التباكو	Tobacco *(Nicotiana tabacum)*

(ب) مركز شيلي (جزيرة بالقرب من الساحل الجنوبي لشيلى) Chiloe center

١ ـ البطاطس (٤٨ كروموسوم)	Common potato *(Solanum tuberosum)*
٢ ـ الفراولة البرية	Wild strawberry *(Fragaria chiloensis)*

(جـ) مركز البرازيل/ باراجواي Brazilian-paraguayan center

١ ـ الفول السوداني	Peanut *(Arachis hypogaea)*
٢ ـ المطاط	Rubber tree *(Hevea brasiliensis)*
٣ ـ الأناناس	Pineapple *(Ananas comosa)*
٤ ـ فلفل عريض الأوراق	Brazilian pepper tree *(Schinus terebenthifolius)*
٥ ـ الجكرندا	Jacaranda *(Jacaranda ovalifolia)*
٦ ـ كاسيا	Pink & white srower *(Cassia nodosa)*
٧ ـ أبو المكارم	Rose wood *(Tipuana speciosa)*

المصدر **Carrol P. Wilsie** (1962) *Crop Adaptation & Distribution*, San Francisco: W.H. Freeman & Company

(٢ , ٢) أهمية دراسة مراكز النشوء
Importance of Studying Centers of Origin

تحقق دراسة المركز الأصلي للمحاصيل هدفا أو أكثر من الأهداف التالية (مرسي، ١٩٧٩م):

١ ـ دراسة الأنواع والأصناف البرية من الناحية النباتية والوراثية، مما يفيد المشتغلين بعلوم النبات والتعرف على تطور الكائنات.

٢ ـ إمكانية الاستفادة من الأنواع والأصناف البرية بزراعتها مباشرة، أو الاستفادة منها في برامج تربية الحاصلات، بنقل الصفات المرغوبة كالمقاومة للأمراض وتحمل الظروف البيئية القاسية.

٣ ـ دراسة الظروف البيئية الملائمة لإنتاج المحصول، مما يؤدي إلى فهم أعمق لاحتياجات الحاصلات، وزيادة إمكانية رفع معدل الإنتاج.

ولقد اختار الإنسان منذ عهد بعيد، وما زال يختار، النباتات التي يجد فيها صفة أو أكثر تفيده وتسد حاجة غذائية أو ملبسية أو صناعية له، وترك ما عداها على حالتها إلى يومنا هذا. ولقد اهتم الإنسان بالنباتات التي استأنسها ونقلها معه إلى حيث هاجر، ولقد نجحت بعض هذه النباتات، لتوافق الظروف البيئية مع الاحتياجات البيئية لها. بل لقد ازداد نمو البعض منها أكثر من الأماكن التي انتقل منها، لتوافق ظروف البيئة الجديدة مع الاحتياجات المثلى له. بينما فشلت بعض النباتات في المناطق الجديدة.

ولقد حدثت تغيرات متعددة ومتدرجة بالنباتات التي تتميز بالصفات التي يرغبها الإنسان. ولقد استعان الإنسان بأصول للتربية في تحسين حاصلاته، وأصبحت النباتات بصورتها الحالية مغايرة لحد ما الأصول البرية التي انحدرت عنها. ولما كانت الصفات الزراعية الاقتصادية هي الصفات التي انتخب الإنسان لها بما يتفق واحتياجاته، لهذا كانت هذه الصفات هي أكثر الصفات اختلافا بين الأصناف الزراعية والأصول البرية التي انحدرت منها.

(٢,٣) انتشار المحاصيل المزروعة
Distribution of Cultivated Crops

لم تبق المحاصيل المزروعة في مراكز نشوئها، بل انتشرت إلى مراكز أخرى في العالم تشبه إلى حد كبير مراكزها الأصلية من حيث توافر الاحتياجات البيئية اللازمة لها. وكان انتشار المحاصيل في الماضي محدودا، نتيجة وجود الحواجز الطبيعية التي تفصل بين المناطق مثل المحيطات والجبال والغابات. وكانت الوسيلة الأساسية لانتقال الأنواع المزروعة من منطقة إلى أخرى هي هجرة العشيرة من موطنها إلى منطقة جديدة، حاملة معها بذور الأنواع المزروعة الرئيسية إلى المهجر، وذلك لضمان إيجاد مصدر مستمر لغذائهم في الموطن الجديد. كما كانوا ينقلون في نفس الوقت بذور الحشائش والأمراض والحشرات التي تصيب هذه المحاصيل، وقد حدث ذلك بدون قصد وإدراك.

وبدأت تدريجيا عملية تبادل المحاصيل المزروعة، وزيادة انتشارها بين مناطق العالم المختلفة بعد اكتشاف القارة الأمريكية. ويتم الآن تبادل أصناف وأنواع النباتات الاقتصادية بسهولة، حيث تتبادل الكثير من محطات التجارب في العالم بذور الأصناف المحسنة. كما تقوم بعض المنظمات، مثل منظمة الأغذية والزراعة (F.A.O.)، وبعض مراكز البحوث العالمية التابعة لهيئة الأمم المتحدة، بدور هام في تبادل بذور الأصناف المحسنة للمحاصيل المختلفة بين الهيئات المهتمة بإنتاج وتحسين النباتات الاقتصادية.

(٢,٤) توزيع النباتات الاقتصادية في العالم
Distribution of Economic Plants in the World

يعتبر علماء البيئة كثافة الكساء الخضري للنباتات في الطبيعة دليلا على مدى استجابة النباتات للعوامل البيئية المحيطة، حيث وجد ارتباط وثيق بين أنواع النمو الخضرية الطبيعية والظروف الجوية التي تسود المنطقة، وخاصة كمية الأمطار ودرجة الحرارة. ففي المناطق الاستوائية غزيرة الأمطار، تصل الكثافة النباتية أقصى درجة لها.

بينما يوجد الحد الأدنى للنمو في الصحاري ، وتقع فيما بينها مناطق نمو الشجيرات والحشائش الطويلة والقصيرة . ومن الجدير بالذكر، أن العوامل البيئية، خاصة الحرارة والرطوبة الملائمة لأنواع النمو الطبيعية، تلائم أيضا النباتات المزروعة . فالمناطق القاحلة يصعب استزراعها، ما لم تتوافر لها مصادر مائية كافية .

ولكن محاولات الإنسان ما زالت مستمرة لزيادة الرقعة الزراعية، عن طريق جلب المياه للصحاري والمناطق الجافة الخالية من النمو الطبيعي . وكان نجاحه في هذا المجال محدودا بدرجة كبيرة حتى الآن .

وفيما يختص بزراعة النباتات ، فهي تبدأ كما سبق القول عندما يستقر عدد كبير من السكان في مكان ما ، حيث يعمل هؤلاء على إزالة النباتات البرية لتزرع مكانها المحاصيل الهامة ، مع الإبقاء على بعض النباتات الطبيعية المفيدة كأشجار الغابات والمراعي الطبيعية . وعندما يزداد عدد السكان أكثر وأكثر تزال تقريبا معظم النموات الطبيعية وتحل محلها النباتات المزروعة . وتتغذى الحيوانات على محاصيل العلف المزروعة بدلا من المراعي الطبيعية . وتزرع الأشجار الخشبية من جديد بدلا من الاعتماد على النامي منها طبيعيا، ونتيجة لذلك تزداد المساحات المزروعة من المحاصيل المهمة للإنسان .

ونظرا لاختلاف الظروف البيئية ، فقد اقتصر انتشار زراعة أي محصول ، على المنطقة أو المناطق التي تتناسب ظروفها البيئية مع احتياجات النمو اللازمة لهذا المحصول ، بحيث يعطي أحسن وأكبر إنتاج . ولذلك تركزت زراعة النباتات الاقتصادية في عدة مناطق من العالم هي :

(١ , ٤ , ٢) منطقة أمريكا الشمالية North American region

ينظر إلى هذه المنطقة على أنها من أكبر مناطق إنتاج الحاصلات الزراعية في العالم ، وخاصة الذرة الشامية والقطن والشوفان والشعير والشيلم ومحاصيل الدريس

والـدخـان. كما أنها تزرع مساحات كبيرة من البطاطس والبطاطا والذرة الرفيعة وبنجر السكر والكتان، والموالح والعنب والتفاح والكمثري، وبعض أشجار الغابات.

(٢، ٤، ٢) منطقة شمال الأرجنتين وجنوب البرازيل
North Argentina and South Brazilean region

تحدد كميات الأمطار السائدة في الأرجنتين المناطق الزراعية بها، وتزرع الأرجنتين الـبرسيم الحجـازي بمسـاحـات شاسعة لتغذية الحيوانات عليه. ويزرع في مساحات أقل: القمح والذرة الشامية وكتان البذور والبطاطس وقصب السكر. أما في البرازيل، فيزرع البن وقصب السكر والفاصوليا والكاكاو والدخان والموز والأناناس والأفوكادو.

(٢، ٤، ٣) منطقة جنوب أفريقيا South African region

تشمـل هذه المنطقـة اتحـاد جنـوب أفـريقيـا والبـلاد المحيطة به. وأهم المحاصيل الزراعية: محاصيل الحبوب، مثل الذرة الشامية والقمح، يليها القطن والشوفان والذرة الـرفيعـة وقصب السكـر والبرسيم الحجازي والشيلم والشعير والدخن، والعنب والموز والمـوالـح، ونخيـل الـزيت وأشجار الغابات. علما بأن هذه المنطقة لم تستغل استغلالا كافيا من الناحية الزراعية. ولا زال في الإمكان زيادة المساحة المزروعة بها مستقبلا.

(٢، ٤، ٤) منطقة شمال أفريقيا North African regoion

وتشمـل مصـر وليبيـا وتـونس والجـزائر والمغرب وتنتج هذه المنطقة القمح والشعير والفول والقطن والأرز والبرسيم المصري وقصب السكر والذرة الشامية وبنجر السكر، والموالح والزيتون والنخيل والعنب والجوز واللوز والفستق. وتزرع بها أنواع من الأشجار الخشبيـة المختلفـة ذات الورق العريض، وذلك إما كمصدات رياح لحماية الحاصلات الـزراعيـة الأخـرى، أو في صورة مساحة كبيرة للاستغلال المحلي. وتتميز هذه الأنواع الشجرية بأنها سريعة النمو.

(٢, ٤, ٥) منطقة وسط وغرب أوروبا Middle and West of European region

تنتشر فيها زراعة محاصيل العلف الأخضر والمحاصيل الجذرية ومحاصيل الحبوب والبطاطس والكتان وبنجر السكر، والتفاح والكمثرى والبرقوق والخوخ والعنب والكريز. وتزرع أيضا الكثير من أشجار الغابات في مناطق مختلفة، بقصد زيادة الرقعة المغطاة بالأشجار، إما لحماية البيئة، أو لغرض الاستغلال الاقتصادي، أو للغرضين معا.

(٢, ٤, ٦) منطقة شبه القارة الهندية Indian region

وتشمل الهند وباكستان وبنجلاديش، ويعتبر الأرز أهم الحاصلات الزراعية، وكذلك الذرة الرفيعة وقصب السكر والبقوليات والقمح والقطن والشعير والذرة والسمسم والخردل والكتان والجوت، والموز والمانجو والجوافة والكمثرى، والبن والشاي وأشجار الغابات المختلفة.

(٢, ٤, ٧) منطقة أستراليا ونيوزيلنده Australian and New Zealand region

تسود زراعة القمح في هذه المنطقة. كما يزرع بها أيضا محاصيل العلف والذرة والشعير وقصب السكر، والموالح والموز والمانجو والجوافة والقشطة والعنب والتفاح والكمثرى والفراولة، وأشجار الغابات خاصة الكافور والكازوارينا وبعض أنواع الصنوبر السريع النمو.

(٢, ٤, ٨) منطقة الاتحاد السوفيتي (سابقًا) USSR region

أهم منتجات هذه المنطقة القمح والشوفان والشعير والذرة والقطن والكتان ومحاصيل العلف والبقوليات والمشمش والخوخ والبرقوق والكريز والموالح والعنب ومنتجات الأشجار الخشبية.

(٢,٤,٩) منطقة الصين Chinese region

تشتهر هذه المنطقة بإنتاج الأرز والقطن والقمح والذرة الشامية، وقصب السكر وبنجر السكر، والبقوليات والدخان والبطاطس وفول الصويا، والمانجو والموالح والموز والجوافة، ومنتجات الغابات.

(٢,٥) العوامل المؤثرة على توزيع الحاصلات الزراعية
Factors Affecting the Distribution of Farm Crops

إضافة إلى العوامل البيئية التي تؤثر على الإنتاج الزراعي فإن العوامل البشرية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية تحتل موقعا مؤثرا على الإنتاج الزراعي، وينعكس تأثيرها على انتشار المحاصيل والتوسع في زراعتها. وفي الحقيقة فإن الكثير من العوامل سواء كانت بيئية أو بشرية، تتداخل مع بعضها، بحيث يصعب الفصل بينها. ويختلف تأثيرها تبعا لنوع الظروف البيئية السائدة في المنطقة، ونوعية المحصول، والحالة السكانية (قاسم، ١٩٦٧م).

وفيما يلي نورد توضيحا لتأثير كل من هذه العوامل:

(٢,٥,١) العوامل الاجتماعية Social factors

تؤثر العادات والتقاليد الاجتماعية على اختيار المحاصيل، إذ يفضل سكان بعض المناطق طعاما معينا على بعض الأنواع الأخرى، مما يؤدي إلى انتشاره. فمثلا في آسيا تفضل زراعة محصول الأرز على غيره من المحاصيل. وفي أفريقيا، تنتشر زراعة الذرة الرفيعة والدخن والكسافا لدى معظم المزارعين. أما في أوروبا، فإن زراعة الشوفان والشيلم والبطاطس هي السائدة لتوارث تلك الاتجاهات الاجتماعية. وفي معظم أنحاء الأمريكتين، فإن زراعة الذرة الشامية كانت، منذ أجيال بعيدة وما زالت، المحصول الذي يفضله معظم المزارعين. ويدخل في مجال الأعراف الاجتماعية الوازع الديني. ففي المجتمعات الإسلامية، تقل زراعة الدخان والخشخاش والقنب. وقد تقوم بعض

الشعوب بنقل زراعة نوع من المحاصيل من منطقة إلى أخرى عند انتقال أفرادها إلى مناطق جديدة. ويرى بعض الباحثين، أن هناك علاقة بين هجرة العرب وانتشار زراعة النخيل في المناطق التي وصلوا إليها. ونفس الشيء ينطبق على محصول البن، الذي نقله العرب إلى أمريكا الجنوبية.

ومن الأمثلة الأخرى على انتشار زراعة المحاصيل، هو انتشار زراعة الأرز مع انتشار الصينيين في آسيا والهند الصينية، وانتشار زراعة البطاطس في أمريكا بعد هجرة الايرلنديين إليها بعد عام ١٨٤٨م، وزراعة القمح في أمريكا الشمالية مع هجرة الأوروبيين إليها.

(٢, ٥, ٢) العوامل الاقتصادية Economical factors

وهي تفوق في أهميتها العوامل الاجتماعية، خاصة في المناطق التي تتميز بكثافة سكانية محدودة. وتعتمد الزراعة، في هذه الحالة، على الميكنة الزراعية، والتي تعتمد بدورها على الحالة الاقتصادية للمزارع. وأهم العوامل التي تؤثر في ذلك الشأن ما يلي:

١ ـ التسويق

يؤدي الإقبال على استهلاك محصول أو محاصيل معينة، إلى زيادة الطلب عليها، مما يدفع المزارعين إلى التوسع في زراعتها. وتتطلب بعض المحاصيل الزراعية، أسواقا قريبة لتصريفها، نظرا لسرعة تلفها. إلا أن تطور المواصلات الآن، ووجود وسائل نقل مبردة، قد ساعد في نقل المنتجات الزراعية لمسافات بعيدة.

٢ ـ التصنيع

يساعد تصنيع المنتجات الزراعية على التوسع في زراعة محاصيل معينة، لا يمكن استهلاك منتجاتها بدون تصنيع، كالمحاصيل الزيتية والمحاصيل السكرية، أولا يمكن تخزينها على حالتها الغضة، مثل بعض أنواع الخضر والفاكهة.

٣ ـ الأيدي العاملة

للأيـدي العـاملة دور مهم في تحديـد نوع المحاصيل وكمية الإنتاج. فقد انتشرت زراعـة القمـح في المملكة في السنوات الأخيرة، بالرغم من قلة الأيدي العاملة، وذلك نتيجة التوسع في ميكنة العمليات الزراعية المختلفة.

٤ ـ رأس المال

تتطلب الـزراعـة الحـديثـة توفير الآليـات الـزراعيـة والبذور المحسنة والأسمدة والمبيـدات وتجهيـز المـزرعـة بالمنشآت والطرق، علاوة على مصاريف التشغيل. لذلك يجب توفير رأس المال اللازم، حتى يمكن التوسع في زراعة المحاصيل.

(٣, ٥, ٢) السياسة الزراعية للدولة Agricultural policy

لسيـاسـة الدولة الزراعية تأثير على نوع الإنتاج الزراعي وكميته. وهذه السياسة قد ترتبـط أو تتأثـر بالسيـاسة العالمية. ففي الفترات التي تنشب فيها الحروب، كثيرا ما يهبط الإنتاج الزراعي، نتيجة تجنيد العاملين في القطاع الزراعي لإنتاج المواد الحربية. وقد تتجه سياسة الدولة إلى إنتاج الحبوب خلال تلك الفترة أكثر من غيرها. وقد تحدد الدولة زراعة محصول معين للمحافظة على الأسعار والتوازن الاقتصادي، كما هو الحال في تحديد زراعة القمح في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا لبعض السنوات، وتحديد زراعة البن في البرازيل.

وتحـدد السيـاسـة الـزراعية الداخلية طبيعة الإنتاج الزراعي الحديث، لكي يقوم على خطة اقتصادية تضعها الدولة، مراعية فيها تحقيق الرخاء الزراعي الاقتصادي.

ففي المملكـة تهتم الـدولـة بتشجيـع زراعـة القمح والخضروات والعلف الأخضر والمـراعي، والاهتـمام بزراعـة أشجـار الغـابـات، بغرض تقليل التأثير الضار للعوامل البيئيـة السـائـدة في المملكة، وخاصة درجة الحرارة والجفاف، وزيادة الرقعة الخضراء، وتثبيت الكثبـان الـرملية التي تسبب أضرارا كبيرة للحاصلات الزراعية، بالإضافة إلى الحد من انتشار عملية التصحر، وتجميل الشوارع وإنشاء الحدائق.

(٢,٦) تقسيم النباتات الاقتصادية
Classification of Economic Plants

لقد استأنس الإنسان النباتات واستغلها لصالحه. وتعددت وتنوعت هذه الحاصلات وقام بتقسيمها إلى مجاميع كبيرة أهمها محاصيل الحقل ومحاصيل الخضر ومحاصيل الفاكهة ومحاصيل الغابات وغيرها. وتقسم هذه المجاميع الكبيرة إلى مجاميع أصغر، حتى يسهل الإلمام بها، ودراستها، والتعرف على أوجه التشابه والاختلاف بينها. ولما كانت أهداف التقسيم متعددة، لهذا تعددت طرق التقسيم. وعموما تقسم النباتات الاقتصادية طبقا لمنهجين رئيسيين هما: التقسيم النباتي والتقسيم الزراعي.

(١,٦,٢) التقسيم النباتي Botanical classification

بدأت المحاولات الأولى لتقسيم النباتات عندما وضع أرسطو (٣٨٠ ق.م) أول تقسيم نباتي على أساس حجم النبات فقسمها إلى: أشجار وشجيرات وأعشاب. وكان لينيس (Linnaeus, 1897) هو أول من استعمل الصفات الزهرية، كما اقترح نظام التسمية المزدوجة. ثم تتابعت نظم التقسيم وتنوعت الأسس التي تقوم عليها حتى وضع بنتام وهوكر (Bentham & Hooker, 1883) نظامهما المشهور بأقسامه الأربعة التالية:

١ ـ النباتات الثالوسية Thallophyta.

٢ ـ النباتات الحزازية Bryophyta.

٣ ـ النباتات التريدية Pteridophyta.

٤ ـ النباتات البذرية Spermaphyta وتنقسم إلى:

(أ) معراة البذور Gymnospermae.

(ب) مغطاة البذور Angiospermae التي تشمل نباتات ذوات الفلقة وذوات الفلقتين.

وبتقدم العلوم وتطورها اتضح خطأ في وضع ذوات الفلقة والفلقتين، حيث اكتشف بيسي (Bessey, 1915) أن ذوات الفلقة أكثر رقيا من ذوات الفلقتين. ولكن هذه النظم، عجزت عن شمول الكائنات الحية التي تجمع بين الصفات النباتية والحيوانية.

وحديثا، اقترح نظام تقسيمي يشمل جميع الكائنات الحية، حيث تقسم إلى:
١ ـ مملكة الكائنات اللانووية Procaryota مثل الطحالب السيانية والبكتريا.
٢ ـ مملكة الكائنات الأولية Protista مثل الطحالب (بأنواعها) والفطريات واليوجلينا.
٣ ـ مملكة الكائنات الحيوانية Metazoa وتشمل الكائنات ذات الخواص الحيوانية والخالية من الكلوروفيل.
٤ ـ مملكة الكائنات النباتية Metaphyta وتقسم إلى الأقسام التالية:
(ا) أمة النباتات الحزازية: وتشمل صف الحزازيات المنبطحة وصف الحزازيات القائمة.
(ب) أمة النباتات الوعائية: ومنها تحت أمة النباتات التير وبسيدية التي تحتوى على الصفوف التالية:
(١) صف السراخس Filicinae.
(٢) صف معراة البذور Gymnospermae التى تتكون بذورها على سطح الأوراق الجرثومية المتجمعة في مخاريط مثل الصنوبر والعرعر.
(٣) صف مغطاة البذور Angiospermae حيث تتكون البذور داخل تجويف المبيض وتشمل:
شعبة ذوات الفلقتين Dicotyledoneae. تحتوى أجنتها على فلقتين مثل البرسيم والفول والقطن واللفت والفاصوليا وأشجار الغابات ذات الورق العريض.
شعبة ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledoneae. تحتوي أجنتها على فلقة واحدة مثل النخيل والبصل والنرجس والقمح والذرة والأرز.

وتشمل كل شعبة الرتب (Orders) (التي تميز نهايتها ales-) وتشمل كل رتبة الفصائل (العائلات) (Families) (التي تميز نهاياتها aceae-) وتشمل الأجناس (Genera) المتشابهة في خواصها المميزة لتلك الفصيلة. ويشمل الجنس الأنواع النباتية (Species). وقد تقسم الأنواع إلى سلالات (Varieties) أو أصناف «زراعية» (Cultivars) أو مصادر بذور (Provenances) كما في أشجار الغابات.

ويوضح جدول (٢ ـ ١) التسلسل التقسيمي لبعض النباتات البذرية طبقا لأحدث نظم التقسيم.

ـ تسمية النباتات Nomenclature of plants

تحت نظام التسمية الثنائية (Binomial System) الذي اقترحه العالم النباتي (Linnaeus) يعطي كل نبات في المملكة النباتية اسما مزدوجا، يشير الشطر الأول منه إلى الجنس (Genus) ويبدأ بحرف كبير والثاني إلى النوع (Species) ويبدأ بحرف صغير والشخص المسؤول عن تسمية النبات يوضع اسمه باختصار في صورة حرف واحد أو حرفين أو أكثر أمام اسم النبات. فمثلا الاسم العلمي للبرسيم الحجازي (*Medicago sativa*, L.). ويشير الحرف (L) إلى أن عالم النبات (Linneaus) هو الذي أعطى البرسيم الحجازي (الجت) هذا الاسم العلمي المزدوج. إن الهدف من اتباع التسمية العلمية في الدراسات العلمية للنباتات المختلفة، هو تحاشي حصول الارتباك الذي ينتج من وجود أسماء محلية عديدة للنبات الواحد.

(٢, ٦, ٢) التقسيم الزراعي Agricultural classification

تقسم النباتات الاقتصادية طبقا لتوزيعها في المجالات الرئيسية للزراعة إلى: محاصيل الحقل، ومحاصيل الخضر، وأشجار الفاكهة والغابات.

أولاً : تقسيم محاصيل الحقل Classification of field crops

يبنى التقسيم الزراعي على أساس وضع المحاصيل المتشابهة، من حيث طرق الإنتاج، أو الاستعمال، في مجموعات، ولا يرتبط هذا التقسيم بالقرابة بين الأنواع النباتية كما في التقسيم النباتي سالف الذكر. وأهم هذه التقسيمات هي (مرسي، ١٩٧٩م):

جدول (١,٢). التسلسل التقسيمي لبعض النباتات البذرية.

وحدة التقسيم Classification unit	العرعر Juniper	البرسيم الحجازي Alfa Alfa	الطماطم Tomatoes	النخيل Date palm	القمح (المكرونة) Durum wheat
المملكة Kingdom	الكائنات النباتية Metaphyta	الكائنات النباتية Metaphyta	الكائنات النباتية Metaphyta	الكائنات النباتية Metaphyta	الكائنات النباتية Metaphyta
قسم Division, Phylum	النباتات الوعائية Tracheophyta	النباتات الوعائية Tracheophyta	النباتات الوعائية Tracheophyta	النباتات الوعائية Tracheophyta	النباتات الوعائية Tracheophyta
صف Class	معراة البذور Gymnospermae	مغطاة البذور Angiospermae	مغطاة البذور Angiospermae	مغطاة البذور Angiospermae	مغطاة البذور Angiospermae
تحت صف (شعبة) Sub-Class	النباتات المخروطية Coniferophyta	ذوات الفلقتين Dicotyledonae	ذوات الفلقتين Dicotyledonae	ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledonae	ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledonae
الرتبة Order	المخروطية Coniferales	البقولية Leguminosae	البادنجانية Solanales	النخيلية Palmales	النجيلية Graminales
الفصيلة Family	السروية Cupressaceae	الفراشية Papilionaceae	الباذنجانية Solanaceae	النخيلية Palmae	النجيلية Graminae
جنس Genus	*Juniperus*	*Medicago*	*Lycopersicon*	*Phoenix*	*Triticum*
نوع species	*procera*	*sativa*	*esculentum*	*dactylifera*	*durum*
صنف variety		*"Hegazy"*	*"money make"*		

١ - التقسيم حسب الاستعمال الزراعي Agricultural use

في هذا التقسيم، توضع المحاصيل ذات النواتج المتشابهة الاستخدام تحت قسم واحد، وتوضع المحاصيل ثنائية الغرض في أكثر من قسم تبعًا لذلك (الخشن وحبيب، ١٩٧٨م). ويشمل هذا التقسيم ما يلي:

(أ) **محاصيل الحبوب cereal crops**. وهي المحاصيل التي تزرع من أجل استخدام حبوبها كغذاء وأهمها: القمح والأرز والذرة الشامية والذرة الرفيعة والدخن والشعير والشوفان والشيلم.

(ب) **محاصيل البقول legumes**. وتشمل الفول واللوبيا والفاصوليا والحمص والعدس والفول السوداني والترمس، وتستخدم بذورها في تغذية الإنسان والحيوان.

(جـ) **محاصيل العلف الأخضر forage crops**. وتزرع هذه المحاصيل لاستخدامها كعلف أخضر أو مجفف، وتشمل حشيشة السودان وحشيشة رودس وحشيشة دالاس وحشيشة الجاموس وحشيشة السيال والبرسيم ولوبيا العلف والكشرنجيح وفول الصويا.

(د) **المحاصيل الزيتية oil crops**. تحتوي بذور هذه النباتات على الزيت وأهمها: الكتان والقطن والسمسم والفول السوداني وفول الصويا ودوار الشمس والقرطم... إلخ.

(هـ) **المحاصيل السكرية sugar crops**. وهي المحاصيل التي يستخرج منها السكر، وأهمها قصب السكر وبنجر السكر والذرة الرفيعة السكرية.

(و) **محاصيل الألياف fiber crops**. تحتوي هذه المحاصيل على الألياف التي توجد في السيقان (ألياف لحائية) مثل الكتان والجوت والتيل، أو في الأوراق مثل السيسال، أو في الثمار مثل القطن.

(ز) **المحاصيل الطبية medicinal crops**. ويستخرج منها العقاقير الطبية كالبابونج والكراوية والعرقوس والنعناع والينسون والداتوره والسكران وغيرها.

٢ ـ الاستعمال الخاص Special use

تستعمل بعض المحاصيل لأغراض خاصة وبالتالي يمكن تقسيمها حسب هذه الأغراض إلى:

(أ) **محاصيل التغطية cover crops.** هي المحاصيل التي تزرع لغرض تغطية الأرض الزراعية للمحافظة عليها من عوامل التعرية. وفي الغالب تستفيد التربة من هذه التغطية خصوصا إذا حرثت هذه المحاصيل في الأرض. ومن أمثلة هذه المحاصيل البرسيم والخردل والراي والدحريج.

(ب) **محاصيل التسميد الأخضر green manure crops.** هي المحاصيل التي تزرع ثم تحرث في الأرض وهي خضراء، وذلك بقصد تحسين خواص التربة. ومعظم هذه المحاصيل من العائلة البقولية ومن أهمها البرسيم واللوبيا والترمس والدحريج وفول الصويا.

(جـ) **محاصيل مؤقتة catch crops.** هي المحاصيل التي تزرع بصورة مؤقتة في أرض معدة لزراعة محصول صيفي مبكر. ومثال على ذلك زراعة البرسيم الحولي (أو أي محصول شتوي قصير العمر) وأخذ حشة واحدة منه، ثم حرثه في الأرض لزراعة المحصول الصيفي في الميعاد المبكر.

(د) **محاصيل السيلاج silage crops.** هي المحاصيل العلفية التي تزرع لغرض حفظها في حالة غضة أو عصيرية، في أماكن معزولة عن الهواء تعرف بالأبراج (Silo). وأهم هذه المحاصيل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والبرسيم وفول الصويا ودوار الشمس.

(هـ) **محاصيل التحميل companion crops.** هي المحاصيل التي تزرع مع محاصيل أخرى مثل زراعة الشعير مع البرسيم الحجازي أو الحلبة أو زراعة فول الصويا بين نباتات الذرة الشامية.

٣ ـ فترة النمو Growth period

هذا التقسيم مبني على أسـاس طبيعة المحصول، من حيث بقائه موسمًا زراعيًّا واحدًا أو أكثر في الأرض. وتنقسم المحاصيل كالتالي:

(أ) **محاصيل حولية annual crops**. وهي المحاصيل التي تستغرق دورة حياتها فترة تقل عن السنة، مثل القمح والشعير والفول والقرع والطماطم. كما تشمل المحاصيل التي تعيش أكثـر من سنـة بطبيعتها، ولكنها تزرع لموسم واحد، ثم تزال من الحقل كالقطن والخروع والبنجر.

(ب) **محاصيل ذات حولين bennial crops**. هي المحاصيل التي يستغرق نموها أكثر من سنة وأقل من سنتين وغالبًا تمضي أول موسم في تخزين الغذاء، ولا تزهر ولا تكون ثمارًا إلا في العام الثاني، كما هو الحال في البنجر السكري والنفل الحلو الأبيض *(Melilotus alba)* وأبصال الزينة.

(جـ) **محاصيل معمِّرة perennial crops**. هي المحاصيل التي تعيش أكثر من سنتين مثل البرسيم الحجازي (الحساوي) وقصب السكر والسيسل والشاي.

٤ ـ موسم الزراعة Planting season

تقسم المحاصيل حسب موسم زراعتها ونموها، ويعتمد ذلك على الظروف الجوية كالحرارة والرطوبة والفترة الضوئية وطول فصل النمو، حيث وجد أن كل محصول أو مجموعة محاصيل تحتاج إلى ظروف جوية معينة. ونتيجة لذلك تقسم المحاصيل إلى:

(أ) **محاصيـل شتـويـة**: وهي التي يحتاج نموها إلى جو بارد نسبيًّا مثل القمح والشعير والحمص والعدس والفول وبنجر السكر.

(ب) **محاصيل صيفية**: وهي التي يحتاج نموها إلى جو حار نوعًا مثل الذرة الرفيعة والدخن والذرة الشامية والسمسم والفول السوداني والقطن وقصب السكر.

كما يمكن تصنيف المحاصيل الصيفية إلى :

محاصيل صيفية مبكرة (ربيعية)، أو محاصيل صيفية متأخرة (خريفية)، فمثلا محاصيل مثل الذرة الشامية وفول الصويا والسمسم تزرع إما مبكرة في بداية الربيع وتعرف عندئذ بالعروة الصيفية المبكرة، أو تزرع متأخرة في منتصف الصيف وتنضج خلال الخريف وتعرف عندئذ بالعروة الصيفية المتأخرة. ويعود سبب ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا كبيرا في الصيف، كما هو الحال في المنطقة الوسطي والشرقية، مما يؤدي إلى فشل حصول التلقيح في النباتات، وخاصة التي تتلقح خلطيا بسبب موت حبوب اللقاح، ولهذا يفضل إما التبكير في الزراعة أو التأخير فيها لتلافي حصول عملية التلقيح في الأيام التي تسود فيها درجات حرارة عالية.

وتلعب الاحتياجات الحرارية للمحصول دورا هاما في تصنيفه وتحديد موسم زراعته، حيث تصنف الأقماح إلى أقماح شتوية وأخرى ربيعية. تحتاج الأولى إلى فترة برودة خاصة يلزم أن تتعرض لها حتى تتهيأ للإزهار، بينما لا تحتاج الأقماح الربيعية إلى مثل تلك المعاملة، ولذلك تزرع الأقماح الربيعية في المناطق الشمالية من العالم في فصلي الربيع والصيف، بينما تزرع في المناطق ذات الشتاء المعتدل خلال فصلي الخريف والشتاء (حيث تصنف كمحاصيل شتوية). أما الأصناف الشتوية من القمح فيلزم معاملتها بالبرودة (عملية ارتباع) لتهيئتها للإزهار، وذلك عند زراعتها في نفس موعد الأقماح الربيعية.

عند تحديد مواعيد الزراعة لا يتبع معظم الزراع في المملكة الأشهر الميلادية، إنما يتبعون الأبراج الشمسية. ويوضح جدول (٢ , ٢) الأبراج الشمسية وما يقابلها من أشهر ميلادية.

جدول (٢،٢). فصول السنة حسب الشهور الميلادية والأبراج.

الفصول	الأبراج	الشهور الميلادية	
		من	إلى
الشتاء	الجدي	٢٣ ديسمبر	٢٢ يناير
	الدلو	٢٣ يناير	١٩ فبراير
	الحوت	٢٠ فبراير	٢١ مارس
الربيع	الحمل	٢٢ مارس	٢٠ أبريل
	الثور	٢١ أبريل	٢١ مايو
	الجوزاء	٢٢ مايو	٢١ يونيو
الصيف	السرطان	٢٢ يونيو	٢٣ يوليو
	الأسد	٢٤ يوليو	٢٣ أغسطس
	السنبلة	٢٤ أغسطس	٢٢ سبتمبر
الخريف	الميزان	٢٣ سبتمبر	٢٣ اكتوبر
	العقرب	٢٤ اكتوبر	٢٢ نوفمبر
	القوس	٢٣ نوفمبر	٢٢ ديسمبر

ثانيًا: تقسيم محاصيل الخضر Classification of vegetable crops

تقسم محاصيل الخضر (مرسي وآخرون، ١٩٥٩م) إلى أقسام مختلفة طبقًا للأسس التالية:

١ ـ موسم الزراعة Planting season

يجري هذا التقسيم على أساس الاحتياجات الحرارية للمحاصيل المختلفة، ومدى توفرها على مدار السنة، ودرجة تحمل كل محصول للمستويات المختلفة. ولذلك تقسم محاصيل الخضر إلى:

(أ) **خضر شتوية**: تزرع في الخريف والشتاء وتنضج في الربيع التالي، وتختلف تلك المحاصيل في مدى تحملها لانخفاض الحرارة، فمن المحاصيل التي تتحمل درجات الحرارة المنخفضة الكرنب واللفت والسبانخ والبنجر والبصل. أما المحاصيل التي لا تتحمل الحرارة المنخفضة فمثلها القنبيط والخس والبطاطس.

(ب) **خضر صيفية**: تزرع في أوائل الربيع وتنمو في الصيف، وتنضج في أواخر الصيف وأوائل الخريف، مثل البطيخ والشمام والقاوون والباذنجان والباميا والكوسة والطماطم.

(جـ) **خضر خريفية**: تزرع في الصيف وتنمو في الخريف، وتنضج في أواخر الخريف، مثل اللوبيا والخيار والطماطم.

٢ ـ طريقة التربية Planting method

(أ) **خضر تنقل (تزرع بالشتلات)**: مثل الطماطم والباذنجان والبصل والكرنب.

(ب) **خضر تزرع مباشرة في الحقل**: مثل البسلة والبطيخ والشمام والقرع العسلي والكوسة والباميا والفاصوليا والخيار والبطاطس.

٣ ـ الغرض من الإنتاج Purpose of production

(أ) **الخضر الطازجة**: للأسواق المحلية والتصدير، وإنتاج لحدائق المنازل الخاصة.

(ب) **خضر التصنيع الغذائي**: وتختلف وسائل التصنيع بين حفظ في العلب والتجفيف والتجميد.

(جـ) **خضر للبذور**: لاستعمالها كتقاوي للزراعة.

(د) **خضر منتجة في غير موسمها**: وذلك بوسائل الزراعة المحمية وقد زاد انتشارها أخيراً تحت الظروف التي تسود فيها الظروف الجوية غير الملائمة.

٤ ـ الجزء الذي يؤكل Edible part

(أ) خضر درنية : البطاطس .

(ب) خضر جذرية : البطاطا واللفت والفجل والجزر والبنجر .

(جـ) خضر بصلية : البصل والثوم والكرات .

(د) خضر ساقية : أبوركبة .

(هـ) خضر ورقية : الكرنب والسبانخ والخس والملوخية والسلق والخبازي .

(و) خضر تؤكل نوراتها : القنبيط والخرشوف .

(ز) خضر تؤكل بذورها : البسلة واللوبيا والفول .

(ح) خضر تؤكل ثمارها : الطماطم والفلفل والباذنجان .

(ط) خضر تؤكل أعناق أوراقها : الروبارب .

(ي) خضر يؤكل مجموعها الخضري : الرجلة .

ثالثًا : تقسيم أشجار الفاكهة Classification of fruit trees

تنقسم أشجار الفاكهة إلى أقسام مختلفة من وجهة فلاحة البساتين طبقا لعدة أسس نذكر منها ما يلي :

١ ـ طبيعة النمو Growth habit

(أ) **أشجار فاكهة مستديمة الخضرة :** مثل القشطة ونخيل التمر والباباظ والموالح والبشملة والجميز والمانجو والموز والزيتون والأفوكادو.

(ب) **أشجار فاكهة متساقطة الأوراق :** مثل المشمش والخوخ والبرقوق واللوز والكريز والعنب والتفاح والكمثرى والسفرجل والبيكان والجوز والفستق والتين والكاكي والرمان .

٢ ـ الظروف البيئية الملائمة Suitable environmental conditions

تنقسم أنواع وأصناف الفاكهة طبقًا للظروف البيئية الملائمة لنموها إلى :

(أ) فواكه المنطقة الباردة والمعتدلة الباردة Cold and cold-temperate fruits

تشمل أنواع متساقطة الأوراق ومعظم أصنافها لها طور راحة مميز نسبيًا مثل التفاح، الكمثرى، البندق، البرقوق الأمريكي، البرقوق الأوروبي، الخوخ (الأصناف الأمريكية والأوروبية)، الكريز، أبوفروة، الفستق، اللوز (بعض الأصناف)، الجوز (الأصناف الأمريكية).

(ب) فواكه المنطقة المعتدلة الدافئة Warm-temperate fruits

تشمل بعض أنواع مستديمة الخضرة ومتساقطة الأوراق، والأخيرة لا تحتاج لبرودة عالية لإنهاء طور الراحة، مثل بعض أصناف الموالح (الليمون. الأضاليا والترنج)، نخيل التمر (بعض الأصناف الطرية ونصف الجافة)، الجوافة، الزيتون، الموز (بعض الأصناف)، البرقوق الياباني، الخوخ (أصناف البحر الأبيض المتوسط)، اللوز (بعض الأصناف)، المشمش، الكمثرى والتفاح (الأصناف البرية وبعض الأصناف الآسيوية والهجن).

(جـ) فواكه المنطقة تحت الاستوائية Sub-tropical fruits

وهذه تنقسم إلى:

- أنواع لا تتحمل الصقيع مثل: الجوافة، بعض أصناف الزبدية، بعض أصناف الموالح (الليمون المالح)، القشطة البلدي، الخروب، المانجو (بعض الأصناف)، اللوز.
- أنواع مقاومة للصقيع وتتحمل درجات تحت الصفر بقليل، مثل: الزيتون، البشملة، التين الشوكي، نخيل التمر (الأصناف الرطبة ونصف الجافة)، بعض أصناف الموالح (الليمون الحلو والأضاليا البرتقال واليوسفي).
- فواكه متساقطة الأوراق، لها طور راحة قصير أو متوسط مثل: اللوز (بعض الأصناف)، العنب (الأوروبي)، الخوخ المفلطح، البيكان، التين، الكاكي، البرتقال «الثلاثي الأوراق»، الرمان.

(د) فواكـه المنطقة الاستوائية Tropical fruits. وتشمل الموز، الأناناس، جوز الهند، المانجو، الباباظ، بندق البرازيل، بندق الكاشيو، القشطة الهندي، التمر هندي.

وهناك تقسيم خاص لأشجار الفاكهة حسب تبلور علوم البستنة الحديثة إلى:

١ ـ زراعة الموالح citriculture. وتشمل دراسة أنواع وأصناف الموالح المختلفة.

٢ ـ زراعة العنب viticulture. وتشمل دراسة جميع أنواع وأصناف العنب.

٣ ـ زراعة النخيل phoeniculture. وتشمل دراسة جميع أصناف النخيل.

٤ ـ زراعـة الجـوزيات nut-culture. وتشمـل دراسة جميع أنواع النقل، مثل: البندق، الجوز، اللوز، بندق الكاشيو وبندق البرازيل وغيرها.

٥ ـ زراعة التفاحيات pome fruit culture. وتشمل دراسة التفاح والكمثرى والسفرجل.

٦ ـ زراعـة الفواكه الحجرية النواة stonefruit culture. وتشمل دراسة المشمش والخوخ واللوز والبرقوق والكريز.

٧ ـ زراعة الزيتون oleviculture. وتشمل دراسة أنواع الزيتون وأصنافه للأغراض المختلفة.

رابعًا: تقسيم الغابات Classification of forests

تقسم الغابات إلى أقسام عديدة حسب طبيعة النمو، تركيب الحمولة الشجرية، الإدارة. إلا أن التقسيم حسب التوزيع الجغرافي التالي يعتبر مفيدًا في هذا المجال:

١ ـ غابات المناطق المعتدلة ذات الورق العريض
Broad leaved forests of the temperate zones

تنتشر هذه الغابات التي تتميز بأن معظمها ذات أوراق متساقطة في شمال أمريكا والأراضي المنخفضـة في أوربا (Lowland Europe) ، بالإضافة إلى بعض المناطق في

الصين، والتي تقع ضمن منطقة المناخ المعتدل، وتتميز أشجار هذه المنطقة بأن أوراقها متساقطة حتى تلائم الظروف البيئية السائدة، خاصة خلال فصلي الخريف والشتاء، بالإضافة إلى ذلك فإن معظم هذه الأشجار لها القدرة على التكاثر بالطريقة الجمية (Coppice).

٢ ـ الغابات المخروطية Coniferous forests

تتبع أشجار هذه الغابات قسم معراة البذور، ومعظمها مستديمة الخضرة وذات أوراق إبرية وتحمل مخاريط. تنتشر هذه الغابات في مساحات واسعة من المناطق الباردة من العالم.

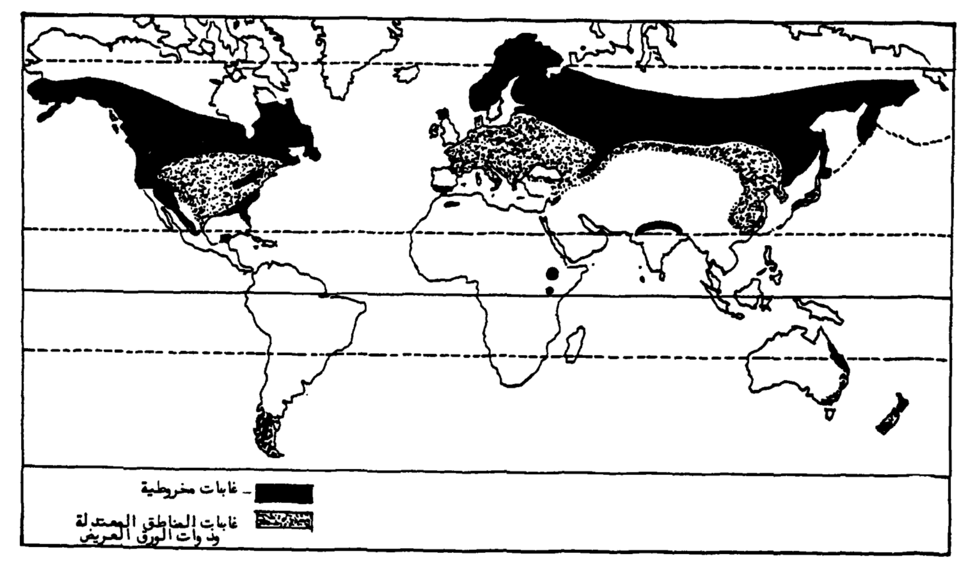
٣ ـ الغابات المخروطية في المناطق تحت الاستوائية وفي النصف الجنوبي من الكرة الأرضية

توجد بعض أنواع أشجار هذه الغابات في بعض المناطق التي يسود فيها مناخ البحر الأبيض المتوسط، والبعض الآخر يسود في المناطق تحت الاستوائية مثل غابات السيدر في جبال لبنان وجبال الأطلس في شمال أفريقيا وجبال ترودس في قبرص وجبال الهيملايا في الهند. وتنتشر أيضًا هذه الغابات في فلوريدا الولايات المتحدة الأمريكية، وفي الجزء الجنوبي من سلاسل جبال روكي وفي بعض مناطق اليابان.

أما الغابات المخروطية في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية فتتواجد في بعض أجزاء نيوزيلندا وشيلي والأرجنتين والبرازيل. يبين شكل (٢,٢) التوزيع العالمي للغابات المخروطية وذوات الورق العريض في المناطق المعتدلة.

٤ ـ غابات حوض البحر الأبيض المتوسط

تتميز الأقطار المطلة على حوض البحر الأبيض المتوسط في جنوب أوروبا وشمال أفريقيا وغرب آسيا بمناخ خاص، حيث يكون الصيف حارًا جافًا والشتاء دافئًا ممطرًا مع وجود رطوبة عالية، ويظهر الصقيع والثلج في المناطق الجبلية فقط من هذه البلدان. بالإضافة إلى ذلك يسود هذا المناخ في بعض البلدان الأخرى على المسافة نفسها شمال أو جنوب خط الاستواء مثل جنوب أفريقيا وأستراليا، وفي شمال أمريكا خاصة في كاليفورنيا، وفي جنوب أمريكا، وفي جزء صغير من جنوب شيلي.



شكل (٢,٢). التوزيع العام للغابات في العالم.

وتوجد في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط أشجار مخروطية من جنس السرو *(Cupressus)* والصنوبر *(Pinus)* وأخرى ذات ورق عريض من أجناس البلوط *(Quercus)* والكافور *(Eucalyptus)* وأصبع الخير *(Ilex)*.

وقد تعرضت معظم أشجار غابات هذه المنطقة إلى التدهور سواء عن طريق الرعي الجائر أو التقطيع غير المنتظم والحرائق. وتتميز أشجار هذه المناطق بأن معظمها مستديم الخضرة، حتى يمكنه الاستفادة من أمطار الشتاء وأشعة الشمس في الصيف كما أنها مقاومة للجفاف. ولذلك تحدث تحورات مختلفة في هذه الأشجار مما يجعلها مناسبة لمقاومة الظروف البيئية الشاقة.

٥ ـ غابات السافانا Savana forests

توجد على كل من جانبي خط الاستواء منطقة مناخية كبيرة تستقبل أمطارًا موسمية فقط، هذه المنطقة تسمى السافانا. وتقع هذه المنطقة بين الغابات الاستوائية المطيرة والصحراء الجافة الجرداء. وتوجد هذه الغابات في جنوب أمريكا وحول فنزويلا وجنوب البرازيل وفي أفريقيا والهند وبورما وتايلاند وفيتنام وأخيرًا في الشاطيء الشمالي لاستراليا.
وتتميز أشجار غابات السافانا بقدرتها على تحمل فترتي جفاف قصيرتين كل عام أو فترة واحدة طويلة تحت ظروف مناخية حارة وسماء صافية. بعض هذه الأشجار متساقطة الأوراق والبعض الآخر مستديم الخضرة.

وهناك نوع آخر من الغابات يسمى الغابات الشوكية (Thorn forests) وهذه توجد بالقرب من المناطق الصحراوية الجرداء من العالم، وتستقبل كمية من الأمطار تتراوح بين ١٠٠ و٨٠٠ مم/السنة. ومعظم هذه الأمطار تسقط بصورة فجائية وعلى فترات متباعدة. وتتميز الأشجار التي تنمو تحت هذه الظروف بمقاومتها للجفاف وهجوم حيوانات الرعي المختلفة عليها مثل غابات العرعر الطبيعية في جنوب غرب المملكة.

الفصل الثالث

البيئة والحاصلات الزراعية*
Crops and Environment

- الضوء • الحرارة • الرطوبة • الرياح
- عوامل البيئة الأرضية • العوامل الحيوية
- السمات الرئيسية للموارد الزراعية بالمملكة.

أظهرت الدراسات الحديثة أن نجاح الزراعة والنظم الزراعية المتبعة يتوقف إلى درجة كبيرة على مدى ارتباطها بالقواعد والأسس البيئية. يأتي هذا المنطق من التعريف الشامل لعلم التبيؤ (ecology)، وهو أحد العلوم الحيوية الذي يختص بدراسة الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) وتأثرها بالعوامل المتواجدة في البيئة (environment) أي الوسط المحيط بها (Weaver and Clements, 1938). ولذلك نجد أنه على الرغم من الجهد المبذول في توفير كافة الخدمات الزراعية للمحصول الزراعي، إلا أن الكفاءة الإنتاجية لذلك المحصول، تتأثر بدرجة كبيرة، بمدى توفر الظروف البيئية التي يتواجد فيها هذا المحصول.

وتختلف دراسة العوامل البيئية (environmental factors) بين اتجاهين رئيسيين: دراسة على المدى الطويل، وأخرى على المدى القصير. وتنحصر دراسة العوامل المناخية (climatic factors) في الشطر الأول، حيث يؤخذ في الاعتبار دراسة تلك

*حسين علي توفيق، عبدالرحمن الطيب عبدالحفيظ، عطاالله أحمد أبوحسن، كمال عبدالله حسن عقباوي ومحمد علي أحمد باشه

العوامل لفترة طويلة، تبلغ من سنة إلى عدة سنوات. ولذلك نجد أن مناخ منطقة ما، هو العامل الرئيسي الذي يحدد نجاح أوفشل زراعة أي محصول فيها. أما دراسة العوامل البيئية على المدى القصير، فيعبر عنها بدراسات الطقس (weather). وتؤثر عوامل الطقس في المحصول باختلاف سلوكها وشدتها (intensity)، وفترة مكثها (duration)، وهي التي تؤثر في الكفاءة الإنتاجية للمحصول خلال الموسم الزراعي.

وتنحصر بعض الدراسات البيئية للعوامل المختلفة في الأقسام التالية:

١ - المناخ الأكبر (macroclimate): ويعبر عن الدراسات البيئية الخاصة بمناطق كبرى أو على نطاق متسع وعادة تكون الدراسة شاملة للمدى الطويل.

٢ - المناخ الأصغر (microclimate): وتشمل الدراسة العوامل البيئية في الحيز المحدود الذي يحيط بفرد نباتي، أو حتى بورقة منه، أو حول ثغر من تلك الورقة. وتشكل تلك الدراسة، نسبة كبيرة من الأبحاث الجارية حاليا على الحاصلات الزراعية، ويتم معظمها على المدى القصير (Janick *et al.* 1974).

٣ - المناخ المحلي (local climate): ويشمل دراسة للعوامل البيئية الخاصة بحيز من الفضاء قرب سطح الأرض، مثل العوامل البيئية المحيطة بمجموعة من الأشجار، أو حقل مزروع بمحصول معين، أو مسطح من المراعي.

ولم يفرق روز (Rose, 1969) بين المناخ الأصغر والمناخ المحلي - كما لم يقتصر في دراسته للمناخ الأصغر على العوامل القريبة من سطح الأرض، بل وسعها إلى دراسة العوامل الموجودة أسفل سطح التربة.

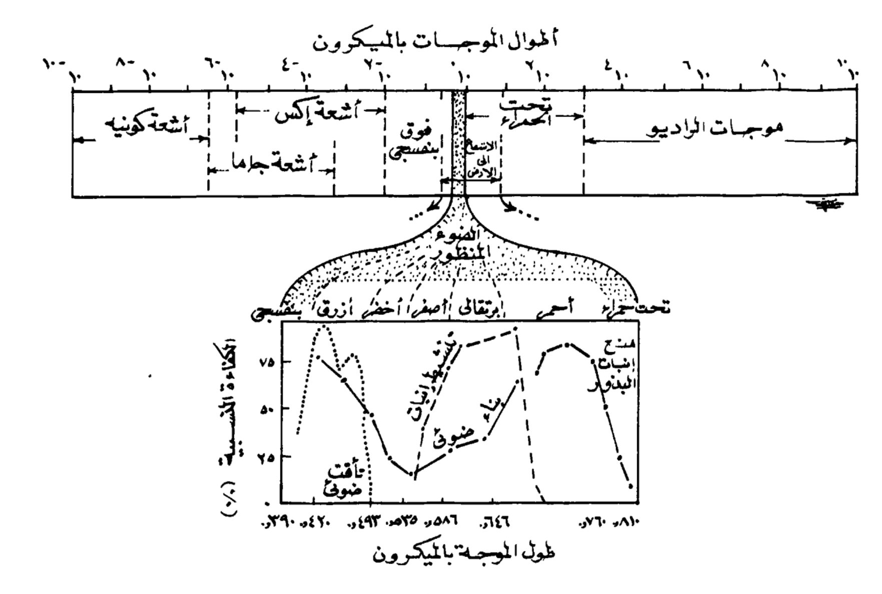
ويناقش علم التبيؤ الزراعي (agricultural ecology) نجاح الزراعة وتأثير المعاملات الزراعية المختلفة على البيئة. وقد تشعبت من تلك الدراسات علوم عديدة نذكر منها: الفسيولوجيا المناخية (climatophysiology)، والأرصاد الحيوية (biometeorology)، والمناخ الحيوي (bioclimatology)، وغيرها من العلوم ذات الارتباط الوثيق بالنظم البيئية الزراعية (agricultural ecosystems).

وحيث إن الكثير من الدراسات قد أوضحت أن نجاح الزراعة واستدامتها، يتوقف على مدى المحافظة على البيئة، فسنحاول في هذا الباب إلقاء الضوء على العوامل البيئية (environmental factors) المختلفة، وبيان انعكاساتها على بعض النواحي الزراعية، من منطلقها الجوي أو الأرضي أو الحيوي. وتشمل تلك العوامل: الضوء والحرارة والرطوبة والرياح. . الخ. وسنذكر فيما يلي عرضا موجزا لتلك العوامل.

(٣,١) الضوء Light

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة إلى الأرض، ويخترق الإشعاع الشمسي الكون الخارجي في شكل موجات كهرومغناطيسية (electromagnetic)، ليصل إلى الغلاف الجوي للكرة الأرضية على مدى متسع من الذبذبات (شكل ٣,١).

تسبب الإشعاعات ذات التردد العالي أضرارا للكائنات الحية. ولكن معظم هذه الإشعاعات الخارجية الضارة يتم امتصاصها خلال منطقة الأوزون الموجودة بالغلاف الجوي للكرة الأرضية (Bodin, 1978)، حيث يصل أقصى امتصاص في منطقة تروبوبوز (tropopause) على ارتفاع ٤٠ ـ ٥٠ كم ويفقد الشعاع الشمسي خلال مروره في الغلاف الجوي حوالي ٢٠٪ من الإشعاع الشمسي الكلي (insolation). هذا في الأيام الصافية، ولكن في وجود السحب الكثيفة قد يمتص معظم الإشعاع (٩٠ ـ ٩٥٪) ويمر فقط حوالي ٥ ـ ١٠٪ منه. ولذلك تظهر السحب الكثيفة داكنة اللون (أو سوداء إذا حجزت السحب جميع الأشعة الشمسية ومنعتها من المرور خلالها). يعمل بخار الماء، وغيره من المواد الأخرى في الجو، على حفظ ٨٥٪ من الإشعاع الحراري الصادر من الأرض، وبذلك يؤدي عمل الألواح الشفافة في الصوب الزجاجية، فتسمح بدخول الإشعاع الشمسي القادم من الخارج نهارا، بينما يحجز الإشعاع الحراري الصادر من الداخل ليلا (شكل ٣,٢). وجدير بالذكر أن النبات يستفيد فقط بحوالي ١ ـ ٢٪ من الإشعاع الشمسي في القيام بعملياته الحيوية التي تحتاج إلى الضوء.



شكل (١ ,٣). أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي والأطوال الموجية للضوء المنظور ودورها في بعض العمليات الفسيولوجية. (Noogle & Fritz, 1976)

(٣ , ١ , ١) الضوء المنظور Visible light

هو الجـزء من الإشعـاع الشمسي الـذي تدركـه الأبصـار. وعلى الرغم من صغر المـدى الـذي يقع فيه (شـكل ١ , ٣) إلا أنه يعتبر أكثرها أهمية للنباتات الخضراء، التي تحول جزءا منـه إلى طاقـة كيـماويـة عن طريق عمليـة البنـاء الضوئي . وباعتبار الضوء مكون من جسيمات صغيرة تسمى كل منها فوتون (photon) فإن كل فوتون يحمل كمية صغيرة من الطاقة تسمى الكوانتم (quantum) التي تلعب دورها في عملية البناء الضوئي .

وفيما يلي نذكر بإيجاز أهم التأثيرات الضوئية على النبات :

١ ـ تكوين المادة الخضراء (الكلوروفيل)، واكتمال تكوين البلاستيدات الخضراء .

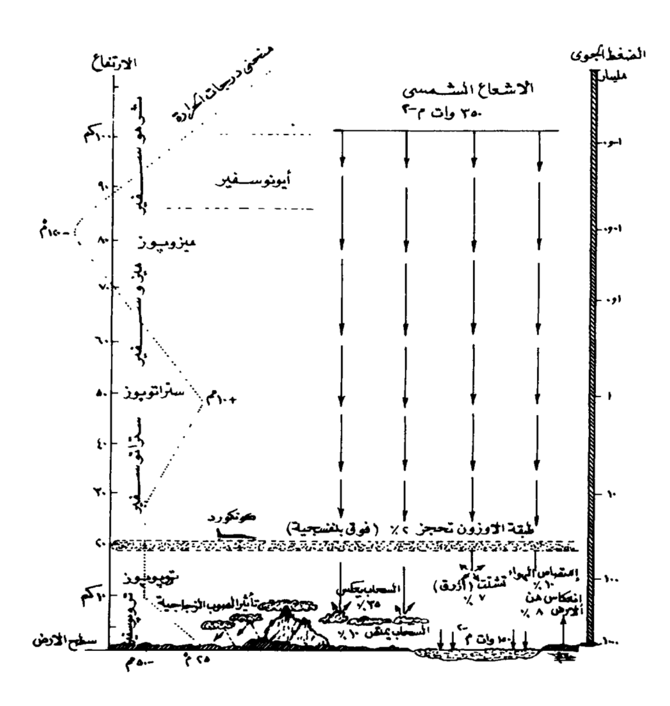
٢ ـ المساهمة في إنجاز عملية التمثيل الضوئي (photosynthesis) لبناء المواد الكربوهيدراتية .

٣ ـ يتـزايـد نمـو النبـات في منطقتـين هما الحمـراء (٦٥٥ , ٠ ميكرون) والزرقاء (٤٤٠ , ٠ ميكرون) .

٤ ـ تؤثـر الخـلافـات الضـوئيـة في توزيـع الأكسينات، وبالتالي في عملية النمو والانتحاءات، وكذلك تكوين هرمونات الإزهار.

٥ ـ يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور وبالتالي تبادل الغازات خلال عمليات البناء الضوئي والنتح والتنفس .

٦ ـ يتأثـر الـتركيب النبـاتي باختـلاف الضوء، حيث تتميز نباتات الشمس عن نبـاتـات الظـل بوجـود طبقات أكثر من النسيج العمادي، وأديم أكثر سمكا، مع تواجد شعـيرات وزغب على السطـح الخـارجي للنبـات لتقليـل حدة الإضـاءة الـزائـدة . (Endmond. *et al.*, 1979) .



شكل (٢ , ٣). مرور الإشعاع الشمسي في طبقات الجو والتغيرات التي تطرأ عليه، ودور بخار الماء في إحداث تأثير الصوب الزجاجية.

يلعب العامل الضوئي دوره في التأثير على النباتات من جوانب مختلفة نذكر منها كثافة (شدة) الإضاءة (light intensity) ، وفترة مكث الإضاءة (light duration) ، ونوعية الضوء (light quality) . تعتبر أوراق النبات أكثر الأعضاء النباتية استفادة من العامل الضوئي . وقد لوحظ اختلاف المحاصيل في كفاءة أوراقها في اعتراض الإشعاع الشمسي ، وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية واستغلالها . ففي وجود ضوء الشمس الكامل ، نحصل على معدلات بناء ضوئي تختلف باختلاف المحاصيل ، حيث يصل معدل الاختزال من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ٦٠ مجم ديسم-٢ ساعة-١)* . ولكن في محاصيل القمح والأرز وفول الصويا يبلغ المعدل **٢٥ ـ ٣٥** مجم ديسم-٢ ساعة-١ ، بينما تنخفض في الأناناس وأشجار النقل إلى حوالي **٨ ـ ١٥** مجم ديسم-٢ ساعة-١ . ونظرا لأن التعديل في هذه المعدلات من الصعوبة بمكان ، فقد لجأ الإنسان إلى زيادة الاستفادة من الطاقة الشمسية ، باستنباط سلالات ذات مساحة ورقية أكبر ، أو بإنتاج أصناف ذات أوراق قائمة (erect) فيقل تظليل بعضها البعض وبذلك تزيد الاستفادة من الضوء الساقط على النبات .

بعد اكتشاف الخلافات في عملية البناء الضوئي ووجود نباتات ذات كفاءة أعلى (أطلق عليها النباتات الرباعية C4 - plants) من النباتات العادية (المعروفة بالنباتات الثلاثية C3 - plants) ويرجع هذا الاختلاف إلى نوعية أول مركب ينتج من عملية البناء الضوئي ، ففي حالة النباتات الثلاثية (C3 - plants) يتكون مركب فوسفوجليسرات الثلاثي الكربون (C3 - phosphoglycerates) ، بينما في النباتات الرباعية (C4 - palnts) يتكون حمض ثنائي الكربوكسيل ورباعي الكربون (حمض الماليك أو حمض الاسبارتيك) ، ويوضح جدول **(٣,١)** بعض الفروق الرئيسية بين النوعين (Larcher 1980) .

* ٦٠ ملليجرام ثاني أكسيد الكربون لكل ديسمتر مربع من المساحة الورقية في الساعة .

جدول (١,٣). الخصائص المميزة للنباتات الثلاثية (C_3) والرباعية (C_4).

أوجــه الفــرق	النباتات الثلاثية C_3	النباتات الرباعية C_4
انتشار البلاستيدات الخضراء.	الميزوفيل.	الميزوفيل وغمد الحزمة.
نوعية البلاستيدات الخضراء.	بها جرانا واضحة. يوجد إنزيم كربكسلة الريبولوز*.	**في الميزوفيل**: بها جرانا واضحة خالية من إنزيم كربكسلة الريبولوز. **في غمد الحزمة**: الجرانا غير واضحة ولكن يميز نظام الرقائق ويوجد إنزيم كربكسلة الريبولوز.
المدى الحراري الأمثل للتمثيل الضوئي.	١٥ ـ ٢٥°م.	٣٠ـ ٤٧°م.
التشبع الضوئي.	٣٠٠٠ شمعة قدم.	٦٠٠٠ شمعة قدم.
معدل التنفس الضوئي.	يحدث بمعدل واضح يسهل تقديره.	ضئيل إلى درجة يصعب تقديرها.
نقطة التعويض لثاني أكسيد الكربون.	٣٠ ـ ٧٠ جزء/مليون من ثاني أكسيد الكربون.	صفر ـ ١٠ جزء/مليون من من ثاني أكسيد الكربون.
الكفاءة التمثيلية تحت ظروف تزايد شدة الإضاءة وارتفاع الحرارة.	منخضة.	مرتفعة.
نسبة النتح: الفقد المائي إلى الكربون الممثل.	مرتفعة (٤٥٠ ـ ٩٥٠ جم ماء لكل جم مادة جافة).	منخفضة (٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم ماء لكل جم مادة جافة).

(٢ , ١ , ٣) أثر الموقع الجغرافي Effect of site

تتضح العلاقة بين الموقع على سطح الكرة الأرضية والإشعاع الشمسي من الاعتبارات التالية :

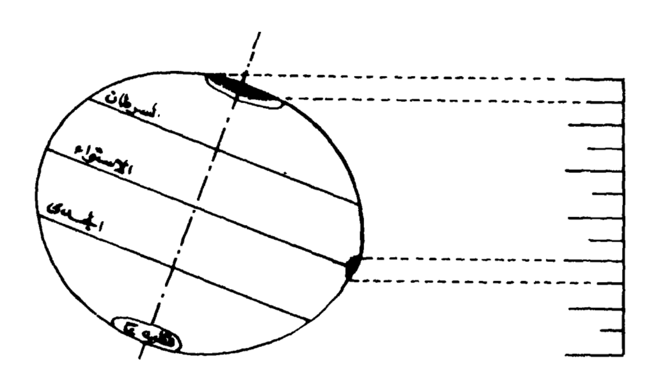
١ ـ زاوية ميل الإشعاع Inclination angle of radiation

إذا أخذنا في الحسبان أن الأرض كروية ، نجد أن الإشعاع الشمسي ، تختلف شدته باختلاف الموقع وعلاقته بخطوط العرض على سطح الكرة الأرضية (شكل ٣ , ٣) . فنجد في المناطق القطبية (polar regions) أن الإشعاع الشمسي يلتقي مع سطح الأرض بزاوية سقوط أكبر ، وبالتالي فإنه يتوزع على مساحة أكبر من سطح الأرض ، مما لو كان الموقع أقرب عند خط الاستواء ، حيث يسقط الإشعاع في اتجاه شبه رأسي على سطح الأرض ، مما يجعله يتركز على مساحة أقل فتزيد من شدته (Cox and Atkins 1979) .

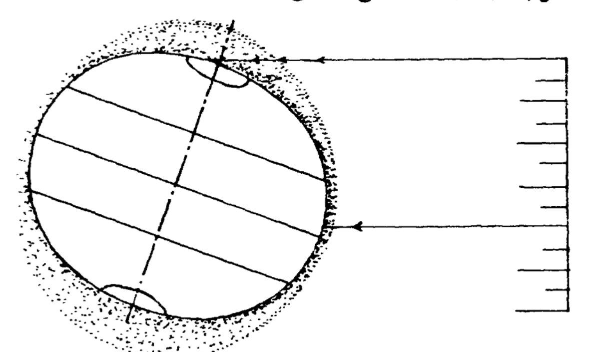
يتضح مما سبق ، اختلاف نصيب وحدة المساحة من الأشعة الساقطة عليها باختلاف الموقع . فعند خط الاستواء يكون نصيب المتر المربع من الأشعة ، يفوق كثيرا الأشعة الساقطة على المتر المربع في المناطق القطبية .

٢ ـ الامتصاص والتشتت Absorption and dispersion

يختلف سمك الغلاف الجوي حول الكرة الأرضية ، حيث يقل فوق خط الاستواء ، ويتزايد فوق القطبين . وهذا يسبب اختلاف المسافة التي يمر فيها الإشعاع الشمسي خلال الكتلة الهوائية للغلاف الجوي (شكل ٤ , ٣) . لذلك نجد أن المسافة التي تخترقها الأشعة المائلة عند القطبين ، تكون أطول بكثير من مسافة الكتلة الهوائية التي تقطعها الأشعة شبه العمودية فوق المنطقة الاستوائية (تقدر بحوالي ٤٥ مرة) ، الأمر الذي يزيد من الفقد بالامتصاص والتشتت ، مما يضعف الإشعاع (Janick *et al.* 1974) .



شكل (٣,٣). أثر اختلاف الموقع على سطح الأرض على شدة الإشعاع الشمسي.



شكل (٣,٤). أثر اختلاف سمك الغلاف الجوي على امتصاص وتشتيت الإشعاع الشمسي.

* إنزيم الكربكسلة (Ribulose Phosphate Carboxylase)

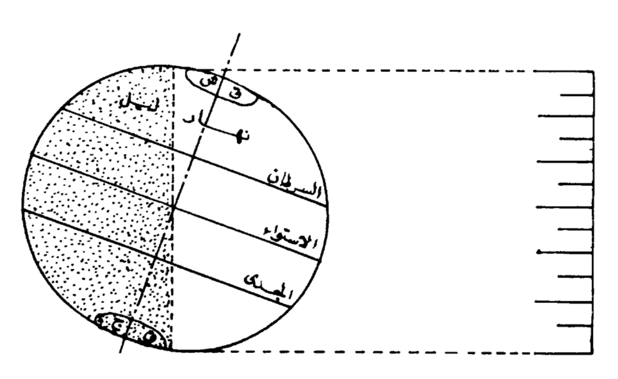
ومن أمثلة المحاصيل الثلاثية (C_3): البرسيم الحجازي ـ القمح ـ الشعير ـ الأرز ـ البصل ـ البنجر ـ البطاطس ـ الملفوف ـ الجزر ـ الخس ـ السبانخ ـ الخردل.

أما المحاصيل الرباعية (C_4) فهي قليلة نذكر منها الذرة ـ الذرة الرفيعة ـ قصب السكر.

٣ ـ اختلاف ساعات الليل والنهار Variation in night and day

يعتبر ميل المحور الرأسي للكرة الأرضية بمقدار ٥,٢٣° من مسببات عدة ظواهر مناخية سنوية: مثل اختلاف الفصول، ويومية: مثل اختلاف طول الليل والنهار باختلاف الموقع على سطح الكرة الأرضية (شكل ٣,٥). فعند خط الاستواء تتساوى فترتي ضوء النهار وظلام الليل (حوالي ١٢ ساعة لكل فترة)، بينما في المناطق القطبية تتراوح ما بين صفر ـ ٢٤ ساعة. فلو أخذنا كمثال يوم ٢١ يونيه في منتصف الكرة الشمالي (منتصف فصل الصيف)، نلاحظ اختلاف طول ساعات النهار والليل باختلاف خطوط العرض (الموقع) كما يتضح مما يلي:

عند خط الاستواء نجد ١٢ ساعة نهار و ١٢ ساعة ليل
عند خط ٤٠° شمالا نجد ١٥ ساعة نهار و ٩ ساعات ليل
عند خط ٦٠° شمالا نجد ١٩ ساعة نهار و ٥ ساعات ليل
عند القطب الشمالي نجد ٢٤ ساعة نهار و صفر ساعة ليل



شكل (٣,٥). اختلاف ساعات ضوء النهار وظلام الليل باختلاف الموقع على سطح الكرة الأرضية.

ويحدث العكس بين ساعات النهار والليل يوم ٢١ ديسمبر (منتصف فصل الشتاء).

يؤثر ذلك الخلاف في إزهار وإثمار النباتات. كما يلعب هذا الاختلاف دورا هاما في توزيع وانتشار الحاصلات الزراعية. ويطلق على ظاهرة اختلاف استجابة النباتات للطول النسبي لكل من الليل والنهار اصطلاح: **التأقت الضوئي (photoperiodism)** ويؤثر اختلاف طول الفترة الضوئية بالنهار (أو طول فترة الظلام ليلا) في النباتات، عن طريق التأثير في بعض العمليات الحيوية مثل نشوء البراعم (bud initiation)، وكمونها (dormancy)، والنشوء الزهري (floral initiation) وتختلف النباتات في استجابتها للتأقت الضوئي إلى:

١ - **نباتات النهار الطويل (long-day plants, LDP)**. وتشمل النباتات التي تزهر عندما تطول فترة النهار (أو تقصر فترة الليل) عن عدد معين من إشعاعات الإضاءة (أو الظلام) تعرف بالمستوى الحرج (critical level)، مثل القمح والشعير والبرسيم والبطاطس. وقد لوحظ أن تلك النباتات، لو استمرت تحت ظروف النهار القصير، تعطي نموا خضريا وفيرا، الأمر الذى يناسب تكوين المراعي المزروعة.

٢ - **نباتات النهار القصير (short-day plants, SDP)**. وتحتاج إلى أيام نهارها تقل إضاءته (أو ليلها يزيد ظلامه) عن عدد من ساعات الإضاءة (أو الظلام) يعرف بالمستوى الحرج. يتكون بعدها الأزهار ويثمر المحصول مثل فول الصويا.

٣ - **نباتات محايدة أو «متعادلة» (day-neutral plants, DNP)**. وجد جارنر (Garner 1923) أن هناك كثير من النباتات لا تتأثر باختلاف طول الفترات الضوئية، حيث لا ترتبط عملية الإزهار والإثمار بطول نهار معين، مثل القطن ودوار الشمس والذرة الشامية.

وتؤثر الفترة الضوئية في نواحي زراعية أخرى خلاف الازهار، حيث لوحظ دورها في تكوين درنات البطاطس، وعملية التخزين في الأبصال، وتكوين السوق الجارية في الفراولة (strawberry runners) وكذلك تكوين الأشطاء (tillers) في كثير من

النجيليات. لذلك يجب أن يقوم المزارعون باختيار الأنواع والسلالات التي اختيرت بوسائل التربية الحديثة، بحيث تتلاءم احتياجاتها من الفترة الضوئية مع موسم زراعتها، والغرض من الزراعة. ومن ناحية أخرى، لم يظهر ارتباط وثيق بين اختلاف طول الليل والنهار ونجاح الإثمار والعقد لمعظم أشجار الفاكهة. ومن أفضل الأمثال على ذلك نباتات الموز وجوز الهند ونخيل البلح، التي تنجح زراعتها في مناطق تختلف فيها الفترات الضوئية اختلافا بينا.

(٣, ١, ٣) نوعية الضوء Light quality

يتكون الشعاع الأبيض من مجموعة من الأشعة المختلفة في خواصها، تظهر عند تحليل هذا الشعاع إلى مكوناته المعروفة بألوان الطيف (spectral colours). وقد أنجزت بعض الدراسات الفسيولوجية لتوضيح دور كل منها على حدة. فقد لوحظ أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء تلعبان دورا هاما في تكوين لون الثمار، حيث وجد أنهما تساعدان على زيادة تكوين اللون الأحمر في ثمار التفاح، أما الأشعة تحت الحمراء، فالدراسات عليها قليلة نظرا لقلة تأثيرها في ذلك الشأن.

بالنسبة لظروف النمو، تسبب زيادة الأشعة فوق البنفسجية تقزم النباتات. ويشاهد ذلك بوضوح في النباتات النامية في المرتفعات وقرب قمم الجبال. أما الأشعة الحمراء (red) فإنها تعجل إنبات البذور ذات الحساسية الضوئية. ولكن الإشعاع الأحمر البعيد (far-red) له تأثير عكسي على إنبات البذور حيث يسبب منعه إلى درجة كبيرة.

(٣, ١, ٤) شدة الإضاءة (أو كثافتها) Light intensity

من أهم النواحي بل أكثرها أهمية في العامل الضوئي، يصعب تحديد اتجاه ثابت لها، نظرا لاختلاف احتياجات النباتات من الإضاءة. إلا أن زيادة شدة الإضاءة تصاحبها عادة ارتفاع في درجة الحرارة، الأمر الذي يشكل خطورة على الوضع المائي بالنبات (water status). أي أن الإضاءة الشديدة تؤثر بطريقة غير مباشرة في فقد النباتات للماء، كما تخفض من معدل عملية التمثيل الضوئي. ويكون ذلك واضحا في

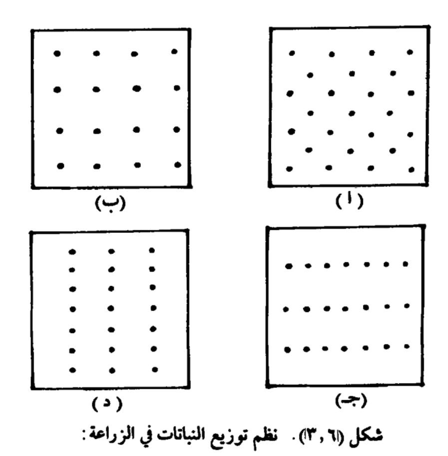
النباتات الثلاثية (C3) وتزداد خطورة ذلك الأمر في المناطق الجافة (الصحراوية)، كما هو الحال في المملكة العربية السعودية.

يعتبر التحكم في الكثافة النباتية من القواعد الأساسية لتنظيم كمية الضوء التي يستقبلها النبات. ومن وسائل تعديل الكثافة الضوئية: نظم توزيع النباتات والتصفيف (التربية) والتقليم والخف.

١ - توزيع النباتات (plant distribution). يختلف عدد النباتات في وحدة المساحة باختلاف نظم توزيعها **(شكل ٣,٦)**. وبمعنى آخر نجد أنه تحت الظروف الموحدة من شدة الإضاءة، يختلف نصيب كل فرد نباتي من الضوء. فمثلا يعتبر نظام متساوي المسافات (equidistant) أكثر كفاءة للاستفادة الضوئية من نظم التوزيع المربعي (on the square)، أو على خطوط (row spacing). وفي النوع الأخير، يختلف التوزيع الضوئي باختلاف اتجاه التخطيط. ففي حالة التخطيط مشرق - مغرب (east–west) تكون الاستفادة أكثر مما لو كان التخطيط في الاتجاه شمال - جنوب (north–south)، لأنه في الحالة الأخيرة، تظلل النباتات بعضها البعض.

٢ - التصفيف (التربية) training. هو توجيه تفرع النباتات بهدف توزيعها بانتظام في الحيز المشغول بالنبات. فمثلا شجيرات الفاكهة يمكن ربط أفرعها إلى أسلاك، لكي تحقق أكبر إستفادة ضوئية، ويقل تظليل الأفرع لبعضها البعض، وباتباع ذلك حقق عنب الأسلاك زيادة في المحصول قدرها ٤٠ - ٩٠٪، كما حقق محصول الطماطم في طرق الزراعة المحمية زيادة بلغت ٤٠٠٪.

٣ - التقليم pruning والخف thinning. يمكن تعريف التقليم بأنه الإزالة الواعية لجزء أو أكثر من أجزاء النبات لتحقيق أغراض متعددة. ويجري عادة في موسم توقف النمو، وذلك بإزالة بعض الأفرع لكي يصل الضوء إلى داخل الشجرة حيث يشجع تكوين البراعم الزهرية



شكل (٦, ٣). نظم توزيع النباتات في الزراعة:

(ا) متساوي المسافات (equidistant) (جـ) سطور (شرق/ غرب) (rows: east/west)

(ب) على المربع (on the square) (د) سطور (شمال/ جنوب) (rows: north/south)

أما الخف فهو تقليع بعض النباتات لتلافي أضرار المنافسة الناشئة عن تزاحم النباتات. ويجري الخف عادة في كثير من المحاصيل، حيث تزرع البذور بمعدل أكبر، ثم تزال البادرات الضعيفة النمو والزائدة عن الحاجة. وقد تجري عملية الخف بين أشجار البستان، خصوصا إذا تمت الزراعة منذ البداية على مسافات متقاربة. وبتقدم العمر تنمو الأشجار في الحجم وتصبح متزاحمة، الأمر الذي يتسبب في تناقص الضوء، مما يجعل النمو قاصرا على المناطق العليا المعرضة للضوء، بينما يضعف النمو في باقي المناطق المظللة. ولذلك يحقق الخف لبعض الأشجار المحافظة على الأشجار الأخرى، ويقل التنافس الضوئي. **وتستعيد** الأشجار قوة نموها، مما يحقق في النهاية زيادة في **المحصول على الرغم من تناقص عدد الأشجار.**

أولاً: الوحدات القياسية للطاقة الإشعاعية Units of radiant energy

في نطاق مدى الطيف الكهرومغناطيسي (electromagnetic spectrum) الذي تحدث فيه التفاعلات الفسيولوجية (physiological reactions) يمكن أن نأخذ الطاقة الإشعاعية (radiant energy) في الاعتبار من اتجاهين الأول بمعلومية الخواص الفيزيقية (physical characteristics) ، أو بمعلومية تفاعلها مع العين المبصرة. وقد وضع لكل اتجاه المسميات التقديرية الخاصة به وحددت في نظامين رئيسيين هما :

١ - **النظام الإشعاعي (radiometric system)** . ويرتكز على الخواص الفيزيقية للإشعاع.

٢ - **النظام الفوتومتري (photometric system)** . ويرتكز على التقديرات المنظورة (visual evaluation) ، أي تفاعلها مع العين المبصرة.

ويوضح جدول (٢ , ٣) مقارنة بين النظامين، وبحيث يعبر عن الطاقة الإشعاعية في ثلاث طرق تقديرية مختلفة هي :

١ - **الطاقة energy** : وهي الكمية الكلية للطاقة الإشعاعية.

٢ - **القوة power** : وهي كمية الطاقة في وحدة الزمن.

٣ - **الشدة intensity** : وهي القوة في وحدة المساحة، أو الطاقة في وحدة الزمن لكل وحدة من المساحة (Noggle and Fritz, 1976) .

ثانيًا: قياس شدة الإضاءة Measurement of light intensity

تقاس شدة الإضاءة عند سطح معين بوحدات خاصة مثل اللكس (lux) وهي : كمية الضوء المنظور الساقطة على سطح مساحته ١م^{٢} ويبعد مسافة ١م عن مصدر ضوئي قوته الوحدة. والوحدة الأخرى هي شمعة قدم (foot-candle) تعبر عن كمية الضوء المنظور الساقطة على سطح مساحته قدم مربع ويبعد بمسافة قدم من منبع ضوئي مقداره شمعة قياسية. ومن التقديرات المعروفة بدلالة هذه الوحدة، أن ضوء القمر (البدر الكامل) تبلغ قوة إضاءته على سطح الأرض أقل من واحد شمعة قدم، بينما تتطلب القراءة المريحة ٢٠ شمعة قدم. أما الإشعاع الشمسي فتبلغ شدة إضاءته في

جدول (٢ , ٣). الوحدات الكمية للطاقة الإشعاعية.

	نظام التعبير	النظام الإشعاعي Radiometric system		النظام الفوتومتري Photometric system	
ا	الطاقة Energy	الطاقة الإشعاعية Radiant energy	إرج أو جول أو سعر calorie. Joul. Erg	الطاقة الضوئية Luminous energy	تالبوت Talbot
ب	القــوة Power	الفلكس الإشعاعي Radiant flux	واط(١) Watt إرج ث-١ Erg^{s-1}	التدفق الضوئي Luminous flux	لومــن(٣) Lumen
جـ	الشـــدة(٤) Intensity	شدة الإشعاع Irradiance	إرج ث-١ سم-١ Ergs-1 Cm-2 واط سم٢ Watt cm^2	شدة الإضاءة Illuminance	شمعة قدم Fott candle لكس Lux

ملحوظات.

(١) يوجـد نظـامـان من الوحدات يعمل بهما في الطاقة الإشعاعية هما: (سنتيمتر . جرام . ثانية cgs) ونظام (متر . كيلوجرام . ثانية mks). يعتبر الإرج هو الوحدة الأساسية في نظام (سم جم ث)، بينما الجول هو الوحدة الأساسية في نظام (م كجم ث) = ١٠^٧إرج.

(٢) الواط (Watt) هو وحدة القوة في نظام (م كجم ت) وهو يكافيء ١ جول ث-١ أو ١٠^٧ إرج ث-١.

(٣) اللومن (Lumen) هو وحدة القوة الفوتومترية في نظام (م كجم ث)، وهي تعرف بمقدار التدفق الضـوئي، على سطـح مسـاحتـه قدم٢، وكل جزء منه يبعد بمقدار ١ قدم من منبع ضوئي قوته شمعة واحدة.

(٤) تقـاس الشـدة بعـدد وحـدات اللومن في القـدم المربع. وفي الولايات المتحدة يطلق على وحدة الشـدة شمعـة قدم (Foot-candle) ولكن في المنـاطق التي تستعمـل الـوحدات المترية فإن وحدة شدة الإضـاءة هي «اللومن في المـتر المـربع» وتسمى اللكس (Lux) وللتحويل بينهما تعتبر واحد شمعة قدم = ١٠,٧٦ لكس.

يوم سماؤه صافيـة وعنـد مستـوى سطـح البحـر القيمة ١٠,٠٠٠ شمعة قدم، بينما في وجود السحاب الكثيف تنخفض هذه القيمة إلى ٥,٠٠٠ شمعة قدم أو أقل من ذلك تبعا لكثافة السحب.

تجرى هذه التقـديـرات بجهـاز خاص يسمى المقيـاس الضـوئي (light meter)، يوضع في الموضع المراد قياس شدة إضاءته مثل سطح أوراق النبات. وتعتمد على وجود خليـة ضوئيـة تعطي في وجـود الضـوء تيـارا كهـربـائيا تتناسب قوته مع شدة الإضاءة،

ويوضح ذلك بجلفانومتر بسيط يعطي القراءة المباشرة (شمعة قدم ـ أو لكس). وفي حالة عدم توفر أجهزة القياس الضوئي، يمكن إجراء التقدير بواسطة آلة تصوير (camera) تحتوي على مقياس ضوئي داخلي ويجري التقدير بآلة التصوير بإحدى الطريقتين التاليتين:

الطريقة الأولى: وتعتمد على تثبيت فتحة العدسة، تؤخذ القراءة بمعلومية سرعة الحاجب. يضبط مقياس سرعة الفلم على ١٠٠ ASA، ثم توجه الكاميرا إلى لوحة بيضاء (غير لامعة) توضع في موقع النبات المراد تقدير شدة الإضاءة عنده. تقرب الكاميرا من السطح الأبيض بقدر الإمكان مع تجنب اعتراض مسار الأشعة حتى لا تتكون ظلال (الكاميرا) على سطح الورقة البيضاء ـ تقرأ سرعة الحاجب التي تتناسب مع الفتحة (aperture) للحصول على أفضل صورة. فلو كانت السرعة ($\frac{١}{٥٠٠}$) ث فيعتبر شدة الضوء ٥٠٠ شمعة قدم.

الطريقة الثانية: وتعتمد على تثبيت زمن فترة التعريض ـ وتضبط سرعة الفلم على ٢٠ وزمن فترة التعريض (سرعة الحاجب) على ($\frac{١}{١٢٥}$) من الثانية، ثم تركز على اللوحة البيضاء مع مراعاة الشروط السابقة ثم يعدل منظم الفتحات حتى نحصل على أفضل فتحة تتناسب مع تلك السرعة، وبمعلومية جدول (٣,٣) يمكن تقدير شدة الإضاءة بالشمعة قدم (Williams 1980).

جدول (٣,٣). العلاقة بين فتحة العدسة وشدة الإضاءة.

قيمة الفتحة	٢,٨	٤	٥,٦	٨	١١	١٦	٢٢
شدة الإضاءة (شمعة قدم)	٣٢	٦٤	١٢٥	٢٥٠	٥٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠

(٣,١,٥) الإضاءة الإضافية Supplemental illumination

يعتبر الاعتماد على الإضاءة الصناعية في الزراعة، عملية غير اقتصادية لارتفاع تكاليفها، ولكن يمكن استعمالها لاستكمال النقص في الإضاءة الطبيعية، لتحسين

عمليـة البنـاء الضـوئي من جهة، أو تعديل طول الفترة الضوئية، كما في حالات بعض نباتات الخضر والزينة المزروعة في بيوت زجاجية، حيث يمكن الحصول على ثمارها أو أزهـارهـا في غير موسمهـا الطبيعي (out of season) كما هو الحـال في بعض الـدول الأوروبيـة والـولايـات المتحـدة الأمـريكيـة وتختلف نوعيـة الضوء الصناعي باختلاف مصدره الكهربائي كما يلي:

١ - مصـابيـح التنجستن tungsten lamps : وهي المصـابيـح الكهربائية العادية، يصنـع فتيـل المصبـاح من معـدن التنجستن (tungsten) ذو المقـاومـة العـاليـة للتيـار الكهربائي فيتوهج ويصدر ضوءا منظورا غنيا بالضوء الأحمر والأحمر البعيد، ولكنه فقير في الضـوء الأزرق والبنفسجي. ويجب عدم تقـريب النبـاتـات إلى مسافة تقل عن ٣٠ سم من هذه المصابيح حتى لا تتأثر بالحرارة الصادرة منها، ولذلك ينصح باستعمال عدد أكـبر من المصـابيـح ذات القـوة الأصغـر، حيث تعطي حرارة أقـل وتـوزيعـا أفضـل للإضاءة، وبالتالي يمكن وضعها على مسافة أقرب إلى النباتات مما يوفر الكثير من النفقات.

٢- مصـابيـح الفلورسنت fluorescent lamps : يتكـون المصبـاح من أنبـوب زجـاجي طويـل في كل طرف قطب من فتيـل التنجستن. تبطن الأنبـوب من الـداخل بطبقة فوسفورية تؤثر نوعيتها في لون الضوء الصادر من المصباح. تشحن الأنبوبة بغاز خامـل مثـل الأرجـون (argon) أو النيون (neon) أو الكريبتون (krypton) وكمية ضئيلة من بخـار الـزئبق. يمـر التيـار داخـل الأنبـوبـة بشكـل قوس كهـربـائي تنطلق فيـه الالكترونات بين القطبين، وينتج من اصطدامهما بأبخرة الزئبق وغاز الأرجون حدوث إثـارة، فتنطلق موجـات من الأشعة فوق البنفسجية، فتسبب توهج الطبقة الفوسفورية المبطنـة لجدار الأنبـوبـة، فينطلق الإشعـاع الضـوئي الـذي يتميـز بوقـوعـه في الجانب البنفسجي، وقلة الإشعـاع الأحمـر، واختفـاء الإشعاع الأحمر البعيد ذو التأثير الحراري ولـذلـك تكـون المصـابيـح حرارتها منخفضة كثيرا بالنسبة للمصابيح العادية. كما تمتاز بارتفاع كفاءتها لأنها تعطي إضاءة تزيد (٢,٥ - ٣) أضعاف المصابيح العادية المساوية لها في القوة.

ويعـاب على مصـابيـح الفلورسنت أنهـا تسـود وتضعف إضـاءتها مع الاستعمال ولذلك يفضل تغييرها بعد انقضاء ٧٠٪ من المدة المقررة للتشغيل، كما أن هناك عيب فني هو اختلاف إضاءتها على مجمل طولها، فأشد إضاءة صادرة منها توجد في المنتصف ثم تنخفض بدرجـة كبـيرة بعـد ٣٠ سم من المـركـز كلما اتجهنا إلى النهايتين. ولتجنب ذلـك العيب صنعت مصـابيـح طولهـا ٤,٢م أي ضعف الطول العادي ١,٢م وتركب عادة في غرف النمو وتجارب الأبحاث.

توجد حاليا في الأسواق من هذا النوع مصابيح خاصة ذات مميزات أفضل تسمى (growlux)، أو (vita-lite)، أو (agro-lite)، أو (naturescent/optima)، مزودة بطبقات فوسفورية خاصة تزيد من ألوان الأشعة المفيدة للنبات، ويقلل الإشعاع غير المفيد (الأخضر والأصفر) إلى أقل حد (Williams, 1980).

أوضحت الخـبرة من استعـمال مصـابيح الفلورسنت، أن النباتات التي تحتاج إلى إضـاءة منخفضـة مثـل نبـاتات الخضر، يكفيها ٢٠ وات للقدم المربع، تزداد إلى ٤٠ واطًا للقدم المربع، للنباتات ذات الاحتياجات الضوئية المرتفعة.

لاستكمال الإضاءة الصناعية، تستعمل مصابيح التنجستن والفلورسنت مجتمعين معـا، لكي تعـوض الأولى النقص في الثـانيـة. ويـراعى استعـمالهـا معا بنسب مختلفة تتراوح ما بين ١ : ٢ و١ : ٥، أي لكـل ١٠٠ وات تنجستن يستعمـل الفلورسنت بقـوة ٢٠٠ ـ ٥٠٠ واط.

أولاً: غرف الإضاءة الصناعية Artificial light rooms

تجرى الإضاءة الصناعية داخل نوعين من الغرف:

١ ـ غرف النمـو الصغـيرة (growth chambers): وهي غرف صغـيرة الحجم تستخدم في إجراء بعض التجارب على نطاق محدود تحت ظروف الإضاءة الصناعية.

٢ ـ لفيتوترونات (phytotrons): مجموعة غرف كبيرة، تسمح بالمشي بداخلها، تزود بعضها بإضاءة صناعية تجمع بين المصدرين (مصابيح التنجستن والفلورسنت)، وبـذلـك تعطي إضـاءة متكـاملة تشبـه ضوء الشمس. كما تزود بإمكانيات التحكم في

الحرارة والرطوبة، لإعطاء الظروف الملائمة لأي محصول. وتستخدم عادة في مجال الأبحاث.

للأغراض التجارية تجري الزراعة في بيوت زجاجية تعدَّل فترة الإضاءة فيها بالزيادة بواسطة وسائل الإضاءة الصناعية، أوبالنقص، بإجراء عملية التظليل، لحجز الإشعاع الخارجي. وبذلك يمكن تحقيق الغرض من إنتاج الأزهار والثمار خارج الموسم (في غير موسمها المعروف).

(٣,٢) الحرارة Heat

من أهم العوامل البيئية التي تؤثر على الكائنات الحية (نبات وحيوان). ومن آثارها العامة الملموسة هي تغير سرعة تحرك جزيئات المادة بالزيادة أوبالنقص، تبعا لارتفاع أو انخفاض درجة حرارة تلك المادة. ومن الناحية النظرية، تتوقف حركة جزيئات وذرات المادة تماما عند بلوغ درجة الصفر المطلق (absolute zero)، والمعروف بصفر كالفن (-٢٧٣°م).

(٣,٢,١) التأثيرات الحرارية Heat effects

تلعب الحرارة دورا رئيسيا في كثير من العمليات الطبيعية والكيماوية، والتي تؤثر بدورها في التفاعلات الحيوية (البيولوجية). ويمكن أن نلمس بوضوح التأثير الحراري في كثير من النواحي، فيتغير معدل انتشار كل من الغازات والسوائل تغيرا طرديا مع التغيرات الحرارية. فنجد أنه بارتفاع الحرارة تزداد سرعة تبادل غازات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، كما تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الماء.

تختلف قابلية الإذابة باختلاف نوع المادة، فالمواد الصلبة تزداد إذابتها بارتفاع الحرارة (مثل السكر والأملاح)، وعلى العكس تقل إذابة الغازات (أكسجين وثاني أكسيد الكربون).

تؤثر الحرارة في درجة ثبات (stability) النظم الإنزيمية، فالدرجات الحرارية المثلى تكون أكثر ملاءمة لثباتها. أما انخفاض الحرارة فلا يغير من الثبات، ولكنه يقلل من نشاط الإنزيمات حتى تتوقف عن العمل. أما الارتفاع الزائد لدرجة الحرارة حتى يبلغ الحد القاتل (lethal temperature)، فإنه يسبب تلفها لدنترة البروتين (denatured protein) وهي هدم النظام الجزيئي للبروتين وفقده للحياة. فمثلا إذا كان لدينا إنزيم ثباته المثالي عند ٢٠°م، فإنه على درجة ٣٠°م يعمل لنصف ساعة، ولكن بزيادة الحرارة إلى ٣٨°م، فإنه يعمل لثوان فقط، وفي درجة ٤٠°م تتم دنترة البروتين. وجدير بالذكر أن الدرجات القاتلة تختلف باختلاف الإنزيمات المختلفة.

تتغير الاتزانات بين النظم الداخلية بتغير الحرارة، فعند انخفاض الحرارة شتاء، تقل المواد السكرية، ويزداد المخزون من النشا (أو الدهون). وفي الربيع تبدأ الحرارة في الارتفاع ويحدث العكس، حيث تتحلل المواد المعقدة (النشا والدهون) إلى مواد سكرية ذائبة، تنتقل داخل النبات إلى مناطق النمو.

يقل نشاط الجذور بارتفاع أو انخفاض الحرارة عن المعدل. فمن الملاحظ في جذور بعض أصناف التفاح أنها تبدأ النمو عند ٧,٢°م، ويزداد النمو حتى يبلغ أقصاه عند الدرجة المثلى، وهي ١٨,٣°م، ثم يتناقص معدل النمو باستمرار ارتفاع الحرارة، حتى يتوقف تماما عند ٣٢,٢°م.

(٢, ٢, ٣) الدرجات الحدية Cardinal temperatures

هي الدرجات التي تحدث عندها تغيرات حساسة في حيوية النبات، والنمو، وطاقته الإنتاجية (reproductive capacity). فمثلا تبلغ الدرجة الحدية القصوى لحياة النبات (cardinal maximum temperature for plant life) حوالي ٥٤°م، بينما تبلغ الدرجة الحدية الدنيا حوالي ٥°م. وداخل هذا المدى توجد الدرجة المثلى (optimum temperature) التي تتم عليها عملية حيوية ما بأقصى معدل لها، أي أن لكل عملية أو تفاعل حيوي درجته المثلى الخاصة به. وتختلف الدرجات الحدية للأعضاء النباتية، فالبراعم الزهرية لنباتات المناطق المعتدلة أكثر حساسية للدرجات المنخفضة من

البراعم الخضرية، وكذلك الأوراق الصغيرة أكثر حساسية لارتفاع وانخفاض الحرارة من الأوراق البالغة. وبالنسبة للدرجات المثلى للنمو، نجد أن معظم الحاصلات الزراعية تنمو بكفاءة على المدى الحراري ١٥ ـ ٣٥°م. وتعتبر الدرجة النهارية المثلى لمحصول القمح ٢٠ ـ ٢٥°م، بينما تكون المثلى لمحصول الذرة على ٣٠°م، وتزيد قليلا في محصول القطن إلى ٣٥°م (Wilsie, 1974) .

(٣,٢,٣) الوحدات الحرارية Thermal units

يحتاج النبات خلال فترة زمنية معينة (تعتبر في محاصيل الحقل والخضر موسم النمو، بينما في الفاكهة تقدر من وقت الإزهار حتى نضج الثمار) إلى عدد معين من الدرجات الحرارية، التى يجب أن تتوافر فوق حد أدنى معين يسمى صفر النمو (growth zero) ، وهو أقل درجة حرارية يستطيع أن ينمو فيها النبات.

ويختلف صفر النمو باختلاف نوع المحصول، كما يتضح من الجدول (٣,٤).

جدول (٣,٤). صفر النمو في بعض المحاصيل الزراعية.

المحصول	صفر النمو	
	ف°	م°
القمح	٣٧	٢,٩
الذرة	٥٥	١٢,٩
القطن	٦٢	١٦,٤
النخيل	٦٤,٤	١٨,٠
العنب	٥٠	١٠,٠

ويقصد بالحرارة المتجمعة (accumulative heat) بأنها مجموع الوحدات الحرارية التي تزيد عن صفر النمو، ويمكن حسابها لليوم أو الأسبوع أو لشهر أو لفصل النمو

بأكمله. فمثلا نبات الذرة النامي خلال شهر يوليه، كان متوسط الحرارة اليومي هو ٣٣ م، وبناء على ذلك نجد أن:

الحرارة المتجمعة لليوم = متوسط درجة الحرارة اليومي - صفر النمو

= ٣٣ - ١٣ = ٢٠ درجات - يوم (day-degrees) من الوحدات الحرارية.

وجدير بالذكر أن اليوم الذي يكون متوسطه الحراري أقل من صفر النمو تكون حرارته (لا شيء) أي لا يمد النباتات بأي وحدات حرارية.

ولتقدير الحساب الشهري يطبق القانون:

= الحرارة المجمعة لليوم × عدد أيام الشهر

وفي المثال السابق نجد أن الوحدات الحرارية لمحصول الذرة خلال شهر يوليه

= (٣٣ - ١٣) × ٣١ = ٦٢٠ درجات - يوم (day-degrees)

ولتقدير الحرارة المتجمعة لموسم النمو تقدر بحساب الإجمالي للأشهر الواقعة في موسم النمو.

يحقق حساب الوحدات الحرارية عدة فوائد نذكر منها:

١ - تمييز فترة النمو وبلوغ النباتات النضج، مما يساعد في التجهيز للحصاد وخفض التكاليف.

٢ - تحديد أنواع الحاصلات الزراعية التي يمكن زراعتها في إقليم معين، ومدى نجاح صنف معين في منطقة معينة.

وقد وضع تقسيم لأصناف الفاكهة حسب الوحدات الحرارية الخاصة إلى:

١ - فاكهة احتياجاتها ٦٠٠٠ درجات - يوم من الوحدات الحرارية في الموسم، مثل الأصناف الجافة لنخيل البلح والمانجو والموز وبعض أصناف الجريب فروت.

٢ - فاكهة احتياجاتها ما بين ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ درجات - يوم من الوحدات الحرارية في الموسم، مثل أصناف البلح نصف الجافة والرمان وبعض أصناف البرتقال مثل البرتقال الفالنشيا.

٣ - فاكهـة احتيـاجـاتهـا الحرارية تقع ما بين ٣٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ درجات ـ يوم من الـوحـدات الحرارية في الموسم مثل معظم أصناف نخيل البلح الرطبة والزيتون وبعض أصناف الخوخ والكمثرى.

٤ - فاكهـةاحتيـاجاتها بين ٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ درجات ـ يوم من الوحدات الحرارية في الموسم مثل التفاح وبعض أصناف الكمثرى.

(٤, ٢, ٣) التوزيع الحراري Distribution of heat

تختلف درجات الحرارة على سطح الكرة الأرضية. فتعتمد درجة حرارة نقطة ما، على اختلاف خط العرض، أو الارتفاع عن سطح البحر، والموسم من السنة، والوقت من اليـوم. والأسبـاب في ذلـك عديـدة، نذكـر منهـا زاويـة سقوط الأشعة على سطح الأرض، وتـواجـد المـواد العاكسة والمشتتة للإشعاع في الجو، مثل جزيئات النيتر وجين والأكسجين والماء وثاني أكسيد الكربون، وغيرها من الغازات الأخرى. واختلاف فترة مكث الإشعـــاع الشمسي التي تتأثـــر بطـــول فترة سطـوع الشمس (shining period) ويسبب ذلـك وجـود منـاطق خاصـة تختلف في معـدلاتهـا الحـرارية ـ وقد قسم هنري (Henry 1924) * سطح الكرة الأرضية إلى خمس مناطق مناخية كبرى جدول (٣, ٥).

أعلن كوبن (Koppen 1918) * نظـــامـــا خاصـــا للتقسيم المنـاخي، له أهميتـه من النـاحيـة الـزراعيـة، لاعتـماده على التفاعل بين الحرارة والأمطار. وقد وضع كوبن في نظامه علامات رمزية لكل نوع. ويتميز هذا النظام بخمس أقسام رئيسية:

(ا) إستوائي مطير	A Tropical rainy
(ب) جاف	B. Dry
(جـ) رطب ـ الشتاء خفيف البرودة ـ معتدل	C. Humid, mild-winter, temperate
(د) رطب ـ الشتاء قارس البرودة ـ معتدل	D. Humid, sever-winter, temperate
(هـ) قطبي	E. Polar

جدول (٣,٥). تقسيم هنري للمناطق المناخية.

المنطقـة	بيان الأشهر	المتوسط الحراري	المحاصيل الرئيسية
إستوائية (tropical)	جميع الأشهر حـــارة	أعلى من ٢٠.٠°م	قصب السكر ـ البن ـ الكاكاو الموز
تحت الاستوائية (sub-tropical)	٤ ـ ١١ شهر حـــارة	أعلى من ٢٠°م	قصب السكر ـ الأرز ـ ذرة رفيعة الدخن ـ القطن ـ الموالح
معتـــدلة (temperate)	٤ ـ ١٢ شهر معتدلة	١٩ ـ ٢٠°م	القمح ـ الشعير ـ الأرز ـ الشوفان الـدرة الشاميـة ـ محاصيل العلـف الأخضر ـ بعـض أصنـاف التفاح والكمـــثرى وبعـض أصنـاف الفواكه الحجرية النواة.
بــــــاردة (cold)	١ ـ ٤ أشهر معتدلة	الدرجات الباردة تحت ١٠°م	الراي ـ بعض محاصيـل العلف الأخـضر ـ التفاح ـ الكمـثرى وبعـض أصنـــاف الفواكـــه الحجرية النواة.
قطبيـــة (arctic or polar)	جميع الأشهر باردة	تحت ١٠°م	خالية تقريبـا من النباتات البرية.

* In: Janick *et al.* (1974)

وقد قسم كوبن كل مجموعة من المجموعات الخمس إلى تحت مجموعات لها رموز خاصة، ويمكن إيجازها في الجدول (٣,٦).

(٣,٢,٥) الأضرار الحرارية Thermal injuries

وهي تعمـل على تنـاقص معدل العمليات الفسيولوجية باختلاف درجات الحرارة عن الـدرجـة الحـراريـة المثلى، سواء كان بالارتفاع أو بالانخفاض ـ وسندرس فيما يلي الآثار الناجمة عن ذلك في كلا الاتجاهين:

جدول (٣,٦). تقسيم كوبن للأقسام المناخية.

الرمز	المناخ الرئيسي	الخواص الرئيسية	الأقسام الفرعية
ا	إستوائي مطير	أبرد شهر يزيد على ١٨°م	اف . غابة إستوائية مطيرة AF. Tropical rainforest ام غابة موسمية مطيرة AM. Monsoon rainforest اف . سفانا إستوائية AW Tropical savannah
ب	جـاف	التبخر يزيد على الأمطار	ب س . إستب (أعشاب) BS. Steppe ب س ح الإستب الاستوائية وتحت الاستوائية BSH Tropical & Sub-tropical steppe ب س ك الأستب وسطية خط العرض BSK Middle latitude steppe ب ف صحارى BW. Deserts ب ف حـ الصحارى الاستوائية وتحت الاستوائية BWh. Tropical & sub-tropical deserts
جـ	رطب ـ الشتاء معتدل الحرارة	أبرد شهر بين صفر ـ ١٨°م	ج سـ . مناخ البحر الابيض المتوسط (صيف جاف تحت استوائي) Cs. Mediterranean ج سـ ا . صيف ـ حار ـ البحر الابيض المتوسط Csa. ج سـ بـ . صيف ـ بارد ـ البحر الابيض المتوسط Csb. ج ا تحت استوائي رطب (صيف دافيء) Ca. Humid sub-tropical ج ا ف الشتاء جاف Caw — with dry winter ج ا ف بدون موسم جفاف Caf — with no dry Season ج بـ الساحل الغربي البحري (صيف لطيف) Cb.
د	رطب ـ والشتاء قارس البرودة	أبرد شهر تحت الصفر، أدفأ شهر فوق ١٠°م	د ا رطب، قاري، صيف دافيء Da. Humid continental د ا ق. شتاء جاف Daw. -- with dry winter

* In Janick *et al* (1974)

تابع جدول (٦,٣).

الرمز	المناخ الرئيسي	الخواص الرئيسية	الأقسام الفرعية
			د ا فـ بدون موسم جفاف Daf. -- with no dry season د بـ. رطب قاري، صيف لطيف Db. Cool summer Season
هـ	قطـــــبي	أدفأ شهر تحت ١٠°م	د جـ د د تحت قطبي Dc Dd. Subarctic هـ ض التندرا (المسطحات الثلجية) ET. Tundra هـ ف القلنسوة الثلجية EF Icecap

أولاً: أضرار ارتفاع الحرارة High heat injuries

تؤثر الحرارة المرتفعة على النبات الحي من عدة أوجه كما يلي:

١ - قتـــل الـبر وتـوبـلازم (killing of protoplasm) . عنـد بلوغ الحـرارة درجـة (٥٤°م) يبدأ البر وتوبلازم في الدنترة (denaturing) . ويحاول النبات تجنب بلوغ تلك الـدرجـة بعـدة وسائل، منها تكوين البر يدرم الواقي لما له من خواص عازلة، أوبزيادة المساحة السطحية المشعة من الأعضاء النباتية، مثل زيادة المساحة الورقية.

٢ - ضربـة الشمس (sunscald) . حيث تموت الخـلايا الإنشائية الرهيفة بارتفاع الحـرارة نتيجـة لتعـرضهـا للإشعـاع الشمسي المباشر. فقد يموت الكمبيوم في جذوع الأشجـار رقيقـة القلف، الأمـر الـذي يسبب تلف الخشب. ولعـل التقليم الجـائـر، وتعريض الأجزاء التي كانت مظللة، إلى أشعة الشمس المباشرة، من مسببات ضربة الشمس.

٣ - التأثـير المجفف (desiccating effect) . من نواتـج ارتفاع الحرارة تزايد معدل النتح، حيث تفقد النباتات نسبة من الرطوبة بداخلها، ويتزايد فقد الرطوبة بالنتح عن الماء الممتص فيصبح التوازن المائي سالبا، ويبدأ النبات في الذبول (wilting) ، والذي باستمـراره ينتهي النبـات بالمـوت نتيجة الجفاف، وتتوقف الكثير من العمليات الحيوية التي يلزمها توفر الماء.

٤ - **عدم التوازن الآيضي (metabolic imbalance)** . يشمل الآيض (metabolism) جميع التحولات الكيماوية التي تتم داخل الكائن الحي . ويشمل الآيض عمليتي : البناء (anabolism) مثل التمثيل الضوئي (photosynthesis) والهدم (catabolism) مثل التنفس (respiration) .

يتعايش النبات طبيعيا بالتوازن بين هاتين العمليتين، وبحيث يكون التوازن موجبا (لصالح البناء في النبات) . وباستمرار إرتفاع درجة الحرارة يتزايد معدل الهدم أكثر من البناء، إلى أن يصبح التوازن الآيضي سالبا (negative metabolic balance) ويكون الضرر مؤكدا للنبات إذا استمرت تلك الحالة لعدة أيام (Leopold and Kriedmann, 1981) .

وتختلف نباتات الحاصلات الزراعية في مدى استجابتها لارتفاع الحرارة، ولكنها جميعا تعاني من حالة التوازن المائي السالب، الذي تتأثر به أولا النموات الحديثة، فيظهر عليها الذبول المؤدي بها في النهاية إلى الجفاف . كما تسبب الحرارة المرتفعة تساقط الأزهار والثمار. أو تحدث تشوهات، فثمار الموالح تتلون قشرتها الخارجية باللون البني مما يقلل جودتها .

كما يسبب ارتفاع الحرارة قتل الجذور السطحية أو تقليل نموها إلى حد كبير .

ومن الآثار الحرارية الزائدة على التركيب الزهري، نجد في أزهار الطماطم تزايد نمو أقلام المتاع حتى تعلو المياسم على مستوى المتك، مما يقلل فرص حدوث التلقيح، فتقل نسبة عقد الثمار، ويتزايد سقوط الأزهار لعدم إنجاز التلقيح .

وتعتبر حبوب اللقاح أكثر حساسية لارتفاع الحرارة، حيث تفقد حيويتها ويضعف نمو أنبوب اللقاح، الأمر الذي يقلل من فرص تكوين الثمار في الحاصلات الزراعية .

للتغلب على أضرار ارتفاع الحرارة يمكن اتباع ما يلي :

١ - تغطية النباتات الصغيرة والشتلات بوسائل تقلل من حدة الإشعاع باستعمال القش والخيش والقماش الشبكي.

٢ - طلاء جذوع الأشجار (خصوصا الجانب المعرض للإشعاع الشمسي) بمادة بيضاء عاكسة للأشعة مثل محلول الجير، الذي يتميز بمساميته فضلا عن خواصه المطهرة، ويجرى ذلك في أشجار الحلويات والمانجو والموالح.

٣ - الزراعة المتقاربة لكي تحمي الأشجار بعضها البعض، حيث تقلل مسافات الزراعة إلى الحد الذي يجعلها لا تضار بالتنافس على الضوء.

٤ - زراعة الأشجار الصغيرة الحجم تحت الأشجار الكبيرة، مثل زراعة الموالح تحت أشجار النخيل أو تزرع أحيانا أشجار لتظليل نباتات أخرى أصغر حجما.

٥ -، تربية الشتلات الصغيرة داخل الصوبات الزجاجية أو الصوبات الخشبية (البيوت السدابية).

٦ - تعتبر طرق الزراعة المحمية المتبعة في دول الخليج (صوبات خاصة يمكن تنظيم درجة حرارتها ورطوبتها ونظام الري . . . الخ) من الوسائل الخاصة بالزراعة تحت الظروف البيئية غير الملائمة.

ثانيًا: أضرار الحرارة المنخفضة Low heat injury

تعتبر الحالة الحرارية من أهم العوامل المؤثرة في نمو وإزهار وإثمار نباتات الحاصلات الزراعية. ويتسبب الانخفاض الحراري في إبطاء معدلات العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات. وينعكس ذلك على النمو، وتخزين المواد الغذائية، وغيرها من العمليات المعقدة التي تعتبر حصيلة النظم الفسيولوجية في النبات، والتي تتأثر بالقدر المتناسب مع الانخفاض الحراري. يسبب انخفاض درجة الحرارة أضرارا لأشجار الفاكهة الإستوائية والمعتدلة الحارة. أما أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق، فتكون أكثر مقاومة لانخفاض الحرارة، خصوصا عندما تكون مجردة من أوراقها. ولكنها بمجرد بدئها لمرحلة النمو والنشاط فإن الانخفاض المفاجيء للحرارة قد يؤثر فيها.

وعلى العموم تعتبر الأشجار الكبيرة (أو الأشجار قوية النمو)، أكثر مقاومة لانخفاض الحرارة من الأشجار الصغيرة (أو ضعيفة النمو). كما أن الأزهار والنموات الحديثة الغضة تكون أكثر تأثرا من الثمار الصغيرة، وتليها الثمار الكبيرة، ثم الأوراق البالغة والأفرع.

ثالثًا: أضرار التجمد Freez damage

تختلف أضرار التجمد باختلاف طبيعة الجو البارد، وحالة النباتات. ومن حالات الأضرار ما يلي:

١ - **تجمد البروتوبلازم (protoplasm freezing)**. وهو أبسط حالات الأضرار، حيث يسبب الانخفاض الشديد للحرارة إنهيار الكيان البروتوبلازمي بترسب البروتينات وتحدث الوفاة.

٢ - **الجفاف الخلوي (cell dehydration)**. ينتج عن الانخفاض التدريجي البطيء للحرارة (خلال ٨ - ١٠ ساعات)، حيث يبدأ بتجميد الماء الموجود في المسافات البينية، ويقل ضغطه الانتشاري (diffusion pressure) إلى الصفر، بينما يكون الماء داخل الخلية (غير المتجمد بعد) ذو ضغط انتشاري أكبر، مما يسبب انتشار الماء من داخل الخلية إلى خارجها، حيث ينخفض ضغطه الانتشاري إلى الصفر ويتجمد. ويستمر خروج الماء في ذلك الاتجاه حتى يفقد البروتوبلازم معظم مائه مسببا ترسيب البروتينات وتجمعها، مما يؤدي في النهاية إلى انهيار كيانه.

٣ - **الحرق الشتوى (winter burn)**. هو إحدى صور عملية التجفيف، وتشاهد في المناطق التي يستمر فيها التجمد الشتوي لعدة شهور، حيث يكون هناك اتزان حراري بين التربة والجو (لأن كلاهما منخفض الحرارة). ولكن عند حدوث ارتفاع مفاجيء في حرارة الجو، يتسبب في دفء غير موسمي، قد يستمر لعدة أيام. فتبدأ الأوراق في النتح، على الرغم من عدم نشاط الجذور وقيامها بالامتصاص. ويؤدي ذلك إلى حدوث نقص مستمر في المحتوى المائي داخل النبات، مما ينتج عنه تجفيف داخلي للأنسجة النباتية، فتموت الأجزاء الحساسة للأوراق، وتكتسب اللون البني

المحروق، مثل قمم الأوراق الإبرية للصنوبر. أما الأوراق المفلطحة فيكون الضرر فيها أشد لأنها تتحول كلها إلى اللون البني وتموت.

٤ - الصقيع (frost). هو تكوين البلورات الثلجية التي تترسب بشكل طبقة رقيقة على سطح التربة أو النبات أو داخل النبات، نتيجة انخفاض الحرارة إلى ما تحت درجة التجمد.

والصقيع نوعان:

(ا) الصقيع الأبيض (white frost): ويعرف أيضًا بالصقيع الأشيب (hoar frost) ويشاهد في الصباح بشكل طبقة رقيقة من البلورات الثلجية، تتكون على الأسطح الباردة، مثل أوراق النباتات، وكذلك سطح التربة. فمن المعروف أنه عند بلوغ الرطوبة النسبية درجة التشبع ليلاً يتكون الندى. فإذا انخفضت الحرارة إلى ما تحت درجة التجمد، وتحت نقطة الندى، تشاهد بلورات الصقيع الأبيض على تلك الأسطح.

(ب) الصقيع الأسود (black frost): ويحدث هذا النوع عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما تحت درجة التجمد، ولكن في جو من الرطوبة النسبية المنخفضة، والتي لم تصل بعد إلى نقطة الندى (التشبع)، فتتكون البلورات الثلجية داخل الأعضاء النباتية - ويطلق عليه الصقيع الأسود لأن المنطقة المصابة به تتحول إلى اللون الأسود لموت الخلايا والأنسجة. ويشاهد هذا النوع من الصقيع في المناطق الجافة من المملكة.

يعتبر الصقيع من الأخطار المدمرة لكثير من الحاصلات الزراعية، مثل نباتات الخضر الحساسة له، وأشجار الفاكهة التي تزهر في الربيع المبكر. وبالنسبة للأعضاء النباتية، يؤثر الصقيع في النموات الطرفية الغضة، والأزهار والأوراق والثمار الصغيرة - ويكون الأثر واضحا في أشجار فواكه المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. أما فاكهة المناطق المعتدلة الباردة فهي أكثر مقاومة وتحملا لحدوث الصقيع.

وبالنسبة للثمر، يسبب الصقيع تفجر أصابع الموز وتلف السباطات والعناقيد الزهرية، كما تتلف ثمار الموالح وتزداد مرارتها.

وتقع طرق مقاومة الصقيع تحت مجموعتين:

(ا) الطــرق الــتي تقــلل من فقــد الحــرارة بالاشعــاع (methods minimizing radiation loss) مثل:

(١) الضباب الصناعي (fogging): تعتبر قطرات الماء غير منفذة للإشعاع الحراري المفقود من الأرض والنباتات، وبذلك تحتفظ بحرارتها إلى أطول فترة ممكنة. ويجري ذلك باطلاق بخار الماء في الجو المحيط بالنباتات.

(٢) القلنسوات الحارة (hot caps): (راجع التحكم الحراري).

(٣) الإطارات الباردة (cold frames): (راجع التحكم الحراري).

(ب) الحرارة الصناعية: مثل:

(١) توزيع سخانات الغاز بين النباتات.

(٢) استعمال المراقد الساخنة (hot beds) التي تسخن بالبخار أو بالسخانات الكهربائية.

(جـ) الــري بالــرش (sprinkler irrigation): وهي من أسرع الـطرق لإمـداد النبـاتـات ومجموعها الخضري بالماء، ونظرًا لحرارته النوعية المرتفعة، فإنه يحمي النباتات من الصقيع لفترة محدودة.

٢ ـ القلنسوات الحارة (hot caps) : (راجع التحكم الحراري).

٣ ـ الإطارات الباردة (cold frames) : (راجع التحكم الحراري).

(ب) الحرارة الصناعية: مثل:

١ ـ توزيع سخانات الغاز بين النباتات.

٢ ـ استعمال المراقد الساخنة (hot beds) التى تسخن بالبخار أو بالسخانات الكهربائية.

(جـ) الــري بالــرش (sprinkler irrigation) : وهي من أســرع الطرق لإمـداد النباتات ومجموعها الخضري بالماء، ونظرا لحرارته النوعية المرتفعة، فإنه يحمي النباتات من الصقيع لفترة محدودة.

رابعًا: التقسية ضد البرودة Cold hardiness

هي زيادة قابلية النباتات لتحمل أضرار البرودة. وتختلف درجة التحمل باختلاف النباتات. فقد لوحظ تزايد تحمل البرودة بزيادة تركيز المواد الصلبة ونوع تلك المادة (مواد ذائبة أو غرويات). ويحدث ذلك في نهاية موسم النشاط، حيث تبطوء سرعة النمو، وتتراكم الكربوهيدرات وغيرها من الأغذية المخزنة، لنقص استهلاكها في التنفس والنمو. كما يتحرك الماء من البروتوبلازم إلى الفجوات العصارية لزيادة مقاومة البروتوبلازم، فيتزايد تركيز الغرويات والمواد الذائبة فيه. ويعتبر ذلك تقسية طبيعية للنبات (natural hardiness). وفي الزراعة يمكن إجراء تقسية تأثيرية (induced hardiness) للنباتات بعدة وسائل نذكر منها:

١ - معاملة الشتلات بالبرودة المتدرجة الانخفاض، أو تعطيش النباتات بتباعد الريات، أو باتباع المعاملتين معا. فمثلا لوحظ أن نبات الكرنب، غير المعامل بتلك الطريقة، يتحمل انخفاض الحرارة حتى درجة ٢,٢°م. أما النباتات المعاملة لتقسيتها، فلوحظ أن تحملها للبرودة يزداد حتى درجة ـ ٦,٥°م.

٢ - تنظيم التسميد (regulation of fertilization). تختلف عناصر التسميد في تأثيرها على النبات ودرجة تحمله للبرودة، فبالنسبة للتسميد الأزوتي، لوحظ أنه من الأفضل تقليل النيتروجين، لأنه ينشط النمو، ويصاحب ذلك زيادة في رطوبة الأنسجة، وهذا مخالف لعملية التقسية. أما عنصري الفوسفور والبوتاسيوم، فمن المعتقد أنهما يساعدان في مقاومة أضرار البرودة ومن الأفضل عدم تأخير إضافتهما إلى التربة، حتى يتمكن النبات من الاستفادة منهما.

٣ - تعتبر معاملات إيقاف النمو من العوامل التي تساعد في تحمل الشتلات المراحل الأولى للاستقرار في الحقل (establishment) حتى تستعيد نشاطها.

٤ - تقليل الحمل الزائد من الثمار بإجراء عملية خف للثمار (fruit thinning)، لأن ترك الحمل الزائد يضعف النباتات، ويجعلها عرضة للإصابة بالصقيع.

خامسًا: الحساسية الحرارية Heat sensitivity

تحتاج المحاصيل الحولية الشتوية (annual winter crops)، وبعض المحاصيل المعمرة، إلى فترة خاصة من انخفاض الحرارة (البرودة) لكي تزهر. ويعبر عن خفض درجة حرارة النباتات (أو البذور) لدفعها للإزهار بالارتباع (vernalization). ويحدث الارتباع بصورة طبيعية في الأجواء الباردة، حيث تنخفض حرارة البراعم إلى قرب الصفر المئوي لمدة ٤ ـ ٦ أسابيع. وفيما يلي أمثلة توضح الدفع إلى الإزهار:

١ - في القمح الشتوي يسبب انخفاض الحرارة خلال فصل الشتاء تكوين السنابل في الربيع التالي.

٢ ـ في المحاصيل ذات الحولين (biennial crops)، تزهر نباتاتها بعد تعرضها إلى درجات منخفضة نسبيا. وهي الحالة التي تحدث بين موسمي نموها في العامين. لأنها خلال العام الأول يكون النموخضريا. ويقوم النبات خلال ذلك العام بتخزين الغذاء في الأعضاء الأرضية (الجذور) ثم يحدث التأثير الحراري خلال فصل الشتاء التالي. ولذلك في ربيع العام التالي تتكون الأزهار التي تعطي بذورها في بداية صيف هذا العام. ويكون الأثر الحراري واضحا لو أحدثنا الانخفاض صناعيا، بتعريض النباتات ذات الحولين إلى معاملة حرارية منخفضة، فسبب ذلك تكوين الأزهار في نفس العام الأول.

٣ ـ على العكس مما سبق، أمكن دفع بعض المحاصيل للإزهار برفع درجات الحرارة، مثل الأرز والخس، فمثلا في الخس لوحظ أن بقاء الحرارة تحت ١٥°م لا تتكون الأزهار. ولكن برفعها إلى ١٦ ـ ٢٧°م أسرعت النباتات في الإزهار. وتعتبر النباتات الأخيرة ذات حساسية حرارية بالاستجابة لارتفاع درجات الحرارة.

(٣,٢,٦) طور الراحة في أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق

هو الطور الذي يتميز بسقوط الأوراق، وعدم نمو البراعم، حتى إذا كانت العوامل البيئية مناسبة للنمو. ولكي تخرج الأشجار من طور راحتها، يجب أن تتعرض

لدرجة حرارة منخفضة ٧°م أو أقل لمدة كافية. وتختلف فترة مكث هذا الطور في الأشجار المتساقطة باختلاف النوع والصنف إلى :

١ - طور راحة قصير (short rest period) : حيث تقل احتياجات أشجار الفاكهة من البرودة مثل بعض أصناف المشمش والخوخ واللوز والبرقوق الياباني. ولذلك تحتاج الأشجار إلى ساعات أقل من البرودة.

٢ - طور راحة طويل (long rest period) : وتعتبر أشجارها ذات احتياجات أكبر من البرودة مثل الكريز والبرقوق الأوروبي، حيث تحتاج الأشجار إلى عدد أكبر من ساعات البرودة.

أولاً : ساعات البرودة Chilling hours

وهو عدد الساعات المعينة من البرودة التي تقضيها البراعم لكي تخرج من طور الراحة. تحسب هذه القيمة على أساس يومي للفترة الممتدة من أول أكتوبر إلى آخر مارس (هذا في نصف الكرة الشمالي). وتوجد طرق عديدة لحساب ساعات البرودة نذكر منها طريقة (Crossa - Raynaud 1955) حيث وضعا معادلة لحساب عدد الساعات التي تقل فيها الحرارة عن ٧°م :

$$\text{عدد ساعات البرودة اليومية} = \frac{\text{٧ ـ الدرجة الدنيا}}{\text{الدرجة القصوى ـ الدرجة الدنيا}} \times ٢٤$$

ثم يحسب إجمالي عدد ساعات البرودة في الفترة المتفق عليها (١/١٠ ـ ٣١/٣)، علماً بأنه إذا ارتفعت الدرجة الدنيا في يوم ما عن (٧°م)، تعتبر ساعات البرودة تساوي صفر. وتقع ساعات البرودة خلال مدى معين للنوع الواحد. وتختلف باختلاف الأصناف والسلالات والمعاملات المختلفة، ولكنها ثابتة تقريبا تحت الظروف المتماثلة، كما يتضح من الأمثلة التالية :

الخوخ :	١٠٠ ـ ١٥٠٠ ساعة برودة
البرقوق الياباني :	١٠٠ ـ ٨٠٠ ساعة برودة
البرقوق الأوروبي :	٨٠٠ ـ ١٥٠٠ ساعة برودة

التفاح والكمثرى: ٢٠٠ ـ ١٤٠٠ ساعة برودة
الكريز: ٨٠٠ ـ ١٧٠٠ ساعة برودة

وتتركز أهمية ساعات البرودة فيما يلي:

١ ـ تعتبر ضرورية لكي تتمكن البراعم من الخروج من طور الراحة، فتنشط وتنمو لتكوين الأزهار والأفرع والأوراق الجديدة ـ وقد اتضحت أهمية ذلك عندما مرت تلك الأشجار بفترة لم تتوفر فيها البرودة اللازمة فلوحظ أن معظم البراعم لم تتفتح وجفت وتساقطت، أما البراعم القليلة التي كونت أزهارا فقد فشلت في تكوين الثمار ـ وفي الحالات القليلة التي تم عقدها تكونت ثمار صغيرة رديئة الصفات.

٢ ـ من الناحية التطبيقية، تفيد معرفة ساعات البرودة لنوع أو صنف معين، في الدلالة على مدى نجاح زراعته في منطقة ذات ظروف مناخية معينة، خصوصا في حالات إدخال أصناف أجنبية حيث يصبح الطلب قاصرا على الأصناف التي تتوافق ساعات البرودة فيها مع فترة البرودة السائدة في منطقة الزراعة.

٣ ـ يعتبر دخول أشجار الفاكهة في طور الراحة الشتوي، وما يصاحبه من توقف للنمو، وسكون البراعم من وسائل مقاومة النبات للظروف القاسية خلال برد الشتاء.

ثانيًا: كسر طور الراحة Breaking rest period

من الطبيعي أن تقضي الأشجار الفترة المطلوبة لطور الراحة اللازم لها، حتى تستأنف البراعم نموها، وتسير الأمور بمعدلها الطبيعي. ولكن هناك حالات تتطلب تقصير فترة طور الراحة، ولا يمكن ذلك إلا باتباع معاملات خاصة تحدث في النبات تأثيرات داخلية تكسر طور الراحة، ومن وسائل تقليل طور الراحة:

١ ـ **التهجين (hybridization)**. يجري التهجين بين الأصناف ذات طور الراحة الطويل بالأصناف قصيرة طور الراحة، وذلك للحصول على أصناف جديدة أقل في طور الراحة وبالتالي مبكرة في النضج مع المحافظة على جودة الثمار.

٢ ـ المواد الكيمياوية (chemical reagents). وهي مواد خاصة يمكنها كسر طور الـراحـة في النبـاتـات طويلة طور الـراحة مثل مركـب (Dinitro-O-cyclohexyl phenol، Dinitrocresol) ، الـذي يستعمـل في رش أشجـار التفـاح والخـوخ والـبرقـوق . كما تستخـدم مركبـات : نترات البوتاسيوم والثيويوريا والجبر يلينات والسيتوـاينينات لكسر طور الراحة في أشجار المشمش والبرقوق الياباني .

٣ ـ التطعيم (grafting) . لوحـظ في حالـة الكمثـرى أن استخدام أصل old) home) سبب تقليل طور الراحة للصنف بارتلت وبكر الإزهار .

٤ ـ معـامـلات الـري (irrigation treatments) . بعـد جمع المحصول مباشرة ، سبب منـع ري الأشجـار سقـوط الأوراق ، وبـالتـالي دخـول الأشجـار في طور الراحة مبكرا . وبما أن فترة الراحة محددة بساعات معينة ، فإن الأشجار تنهي طور راحتها مبكرا .

وجـديـر بالـذكـر أن عمليـة كسـر طور الـراحـة لا يلجأ إليهـا إلا إذا حقق العائد الاقتصادي من تبكير نضج المحصول التعويض عن سلبيات تلك العملية .

(٣ , ٢ , ٧) التحكم الحراري Thermal control

يمكن تعديل الظروف الحرارية لتلائم محصول ما بعدة وسائل نذكر منها :

١ ـ اختيار الموقع Choice of site

تعتبر المنحدرات المواجهة لأشعة الشمس أفضل اختيارا من المنحدرات الواقعة في الجهـة البعيـدة ، لأنهـا أكثر تظليلا . كما أنها تفضل أيضا الأرض المستوية ـ وفي الأجواء الباردة تكون المنحدرات المواجهة لأشعة الشمس أكثر دفئا والنباتات فيها يكون موسم نموها أطول .

وبـالنسبـة لبسـاتـين الفـاكهة ، يجب أن نتحاشى المواقع المنخفضة التي يمكن أن يتجمـع فيهـا الهـواء البارد (شـكل ٧ , ٣) ، لأن ذلك يزيد من فرص حدوث الصقيع . يعتـبر قرب المـوقـع من المسطحـات المائية الكبيرة من عوامل تثبيت حرارة الجو . وتعتبر

الوقاية من الصقيع في هذه المواقع ناشئة من ارتفاع الحرارة النوعية للماء أكثر من الأرض، مما يجعلها تمتص وتشع الحرارة أبطأ من الأرض ولذلك فالحاصلات الزراعية الموجودة في المناطق المجاورة للمسطحات المائية، تتحاشى أضرار انخفاض الحرارة شتاء، وصقيع الربيع بعد الشتاء.

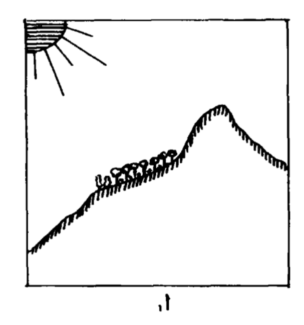
٢ - تغطية التربة Soil mulch

يمكن التحكم الحراري في التربة، بتغطيتها بوسائل مناسبة، ويختلف أثرها باختلاف الفصول، بحيث تعكس وسائل التغطية الإشعاع الشمسي الحار عند إجرائها خلال فصل الصيف. ولكن في الشتاء تفيد التغطية في منع فقد الحرارة من التربة بالإشعاع في الجو.

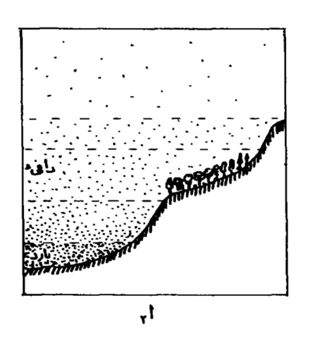
ومن وسائل التغطية: القش، الدريس، نشارة الخشب، رقائق البلاستيك. ويمكن التحكم في درجة حرارة التربة بتغطيتها بطبقة رقيقة من الرمل الذي يعكس أشعة الشمس وفي نفس الوقت يعمل كوسيلة غطائية لسطح التربة.

٣ - الري Irrigation

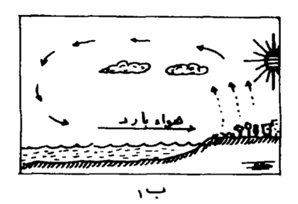
وهو وسيلة لإمداد النباتات بالرطوبة المطلوبة، كما يلعب الري دورا هاما في التحكم في الحرارة فمن الملاحظ أنه في المواسم الباردة، يكون الماء الموجود داخل خلايا النبات مصدر دفء له (لارتفاع حرارته النوعية، وتجعل هذه الخاصية من الماء يخزن كمية من الحرارة أكبر من باقي المواد بالخلية)، أما التربة المبللة في الحقل فتكون أكثر توصيلا للحرارة من التربة الجافة. وبذلك يزداد الفقد بالإشعاع من باطن التربة. ولكن عند تحول الماء إلى ثلج، تنطلق حرارة تحفظ النباتات على نفس الدرجة حتى يكتمل تحول كل الماء إلى ثلج، ثم تبدأ الحرارة في الانخفاض. ويعتبر الري بالرذاذ من وسائل حماية الحاصلات الزراعية من تأثير الصقيع.



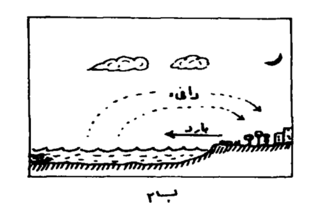
أ١



أ٢



ب١



ب٢

شكل (٧, ٣).

(١) اختيار الموقع:

أ١ المواجهة للشمس أ٢ الارتفاع يقلل من حدوث الصقيع

(ب) تأثير قرب الموقع من المسطحات المائية:

ب١ ملطف لارتفاع الحرارة ب٢ مدفيء مع انخفاض الحرارة.

٤ - الإنشـــاءات Structures

تستخدم تصميمات متعددة لتنظيم الحرارة نذكر منها :

(أ) **المـراقـد البـاردة (cold frames)** . وهي عبـارة عن مراقد خاصة للبذرة (beds) بشكـل أحـواض غير عميقة ، تغطيها ألواح من الزجاج أو البلاستيك الشفاف ، تعمل على تدفئـة البـادرات الصغيـرة طبيعيا . وبذلك يمكن زراعتها قبل بدء موسم النمو، وتنفذ الأشعة الحرارية للشمس خلال الغطاء فتدفيء النباتات ، كما ترفع حرارة التربة ، ويتم ذلك نهارا . وفي المساء ينعكس الإشعاع الحراري الصادر من التربة وبالتالي يقل الفقد من المرقد ، مسببا دفء النباتات (Boodley, 1981) .

(ب) **المـراقـد السـاخنـة (hot beds)** . هي عبارة عن مراقد باردة ولكن تزود بوسيلة تدفئـة صنـاعيـة ، مثل التسخين ببخار الماء داخل أنابيب أو باستعمال الماء الساخن ، أو بالتسخـين الكهـربـائي . وتـوضـع وسائل التسخين داخل التربة . وتستعمل الأسمدة العضـويـة كمصـدر لإشـاعة الدفء ، نتيجة نشاط الكائنات الحية الدقيقة عند قيامها بتحليل المواد العضوية .

(جـ) **الصـوبـات (greenhouses)** . يمكن اعتبـارها مراقد حارة كبيرة ، تنظم حرارة جوها الداخلي آليا في الشتاء ، كما تنظم صيفا بالتظليل أو إطلاق رذاذ مائي خلال وسائد خاصـة يمـرر خلالهـا تيـار هوائي (جـاف) ، فتنخفض حرارتـه بتبخـر المـاء (مـبرد صحـراوي) . أو باستعـمال أجهزة التبريد بالفريون . وتصنع تلك الصوبات من هيكل معـدني لكي يقـاوم تأثـير الرياح ، وتركب عليه ألواح من البلاستيك الخاص أو الزجاج **(Boodley, 1981)** .

(د) **البيـوت السـدابية (slate houses)** . وتعرف أيضا باسم بيوت التظليل (shade houses) . وتختلف عن البيوت الزجاجية من حيث الغرض ، حيث تستعمل في خفض درجـة حرارة الجـو المحيـط بالنبـات . وتبنى جدرانهـا وأسقفهـا من سدابـات خشبية أو معـدنيـة رفيعـة ، بحيث تترك بينهـا مسافات متساوية ، تسمح بمرور جزء من الإشعاع خلالهـا وتحجـز الباقي ، أي تصبح ذات تأثير مظلل ، فتخفف من حدة الحرارة والضوء الشديد على النباتات المحفوظة بداخلها . كما أنها تعتبر ذات تهوية جيدة .

وحديثا استخدمت ألواح البلاستيك ذات النفاذ الجزئي للإشعاع (نصف شفافة). كما تركب عليها ستائر قماش للتحكم في التظليل بداخلها.

(هـ) القلنسوة الحارة (hot cap) . تصنع بشكل مخاريط من الورق أو البلاستيك الشفاف، تركب فوق المجموع الخضري للنبات في الحقل وتستعمل في المحاصيل الحساسة بعد شتلها. يميل المزارعون في أوروبا إلى استعمال أغطية صغيرة سهلة الحمل والتداول، توضع فوق الشتلات الصغيرة. ثم طورت تلك الوسيلة فيما بعد إلى عمل أنفاق من البلاستيك الشفاف، تركب على أقواس من السلك. ويسبب ارتفاع الحرارة في هذه الأنفاق إسراع الإنبات. ويمكن الاستفادة فيما بعد من أغطية البلاستيك بتحويلها إلى غطاء للتربة.

(٣,٣) الرطوبة Humidity

يعتبر الماء من أكثر المواد انتشارا على سطح الكرة الأرضية. وتقدر كمية الماء في الكون الأرضي (الكرة الأرضية والغلاف الجوي المحيط بها) بحوالي ١٣٣٧ مليون كم^{٣} موزعة كالتالي:

المحيطات	=	١,٣ × ١٠^{٩} كم^{٣}
بحيرات عذبة	=	١,٣ × ١٠^{٥} كم^{٣}
بحيرات مالحة	=	١,٠ × ١٠^{٥} كم^{٣}
أنهار	=	١,٣ × ١٠^{٣} كم^{٣}
رطوبة أرضية	=	٦,٧ × ١٠^{٤} كم^{٣}
ماء أرضي	=	٨,٤ × ١٠^{٦} كم^{٣}
قلنسوة ثلجية	=	٢,٩ × ١٠^{٧} كم^{٣}
بخار ماء جوي	=	١,٣ × ١٠^{٤} كم^{٣}

وقد كتب ولمان (Wolman, 1962) في تقريره، أن **٩٧**٪ من الماء الكلي في العالم يوجد في المحيطات. أما الماء العذب فيوجد **٧٥**٪ منه في القلنسوتين القطبيتين. وحوالي **٢٥**٪ منه في الماء الأرضي، بينما **٠,٣**٪ منه في البحيرات، **٠,٠٦**٪ كرطوبة أرضية و **٠,٠٣٥**٪ كرطوبة جوية، **٠,٠٣**٪ في الأنهار السطحية.

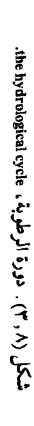
تعتبر الكمية الكلية للماء في الكون الأرضي ثابتة لا تتغير، ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى، حيث يوجد الماء وصورته الصلبة (جليد) عند القطبين، أويكون سائلا (ماء) كما هو معروف في المحيطات والبحيرات والأنهار السطحية والجوفية والآبار. كما يوجد في الصورة الغازية (بخار ماء) غير منظورة، أو تكون مرئية بتكاثفها (كما في السحب). ويتم التغير بين تلك الصور في دورة خاصة **(شكل ٣,٨)** (Bodin, 1978).

ينفرد الماء بعدة خواص مميزة لا تتوفر في المواد الأخرى. وسنذكر بإيجاز أهم تلك الخواص لما لها من أثر على العمليات الحيوية في النبات:

١ - الحرارة النوعية: هي كميه الحرارة (بالسعرات) اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية بدون حدوث تغير في حالة المادة. يتميز الماء بارتفاع حرارته النوعية فوق أي مادة أخرى وهي تقدر بالوحدة، وتبلغ حوالي ثمانية أمثال الحديد، و **٣٢** مرة للحرارة النوعية للرصاص. ولذلك نجد أن الماء له المقدرة على امتصاص كميات كبيرة من الحرارة مع قلة التغير في درجة حرارته. وهذا له من التأثير الملطف في حالة ارتفاع درجات الحرارة حول النباتات، والتأثير المدفيء في حالة انخفاضها. وبذلك يجنب النباتات أضرار تقلبات الحرارة، خصوصا في المناطق ذات المناخ القاري (ذو الفروق الكبيرة في النهايات العظمى والصغرى).

٢ - ينكمش حجم الماء بالانخفاض الحراري حتى درجة **٤**°م، ثم يتزايد حجمه بسرعة مع الانخفاض المستمر للحرارة من **٤**°م إلى درجة الصفر المئوي، وبذلك تصبح كثافته في تناقص مستمر، ولذلك يطفو الجليد فوق سطح الماء، فنجد أنه في المناطق القطبية تتعايش الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) في المياه القطبية تحت سطح الجليد.

٣ - ترتبط جزيئات الماء مع بعضها بالروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonds) وذلك بالمشاركة بين الأكسجين وذرات الهيدروجين في الجزيئات المجاورة، وبذلك يحقق تماسكا (cohesion) بين الجزيئات، يكون من القوة بحيث تلعب دورها في تماسك



شكل (٣،٨). دورة الرطوبة، the hydrological cycle.

المحاليل المائية عند ارتفاعها داخل أوعية الخشب إلى ارتفاعات كبيرة (وتفوق هذه القوة تماسك جزيئات عمود من الصلب متساوي معها في القطر).

٤ - قوة التلاصق بين جزيئات الماء والمواد الملامسة لها مرتفعة (ما عدا الشموع والدهون)، الأمر الذي يسهل انتشارها.

٥ - الماء النقي شفاف وهذه الشفافية (transparency) لها أهميتها في انتشار الإشعاع الضوئي اللازم لعملية البناء الضوئي داخل الأوراق.

٦ - والماء النقي عازل للكهرباء ولكن بمجرد ذوبان أي مادة متأينة فيه، فإنه يصبح موصلا جيدا للكهرباء. لذلك في النبات يكوِّن الماء العنصر الرئيسي للعصارات النباتية، مما يسهل انتقال العناصر، وتهيئة الوسط الملائم لإنجاز التفاعلات الحيوية.

لدراسة عامل الرطوبة يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين: الرطوبة الجوية والرطوبة الأرضية.

(١,٣,٣) الرطوبة الجوية Atmospheric moisture

تستفيد النباتات من الرطوبة الجوية بوسيلتين:

١ - يعمل بخار الماء في الجو على تخفيف حدة الجفاف، فيقل الفقد من النبات بعملية النتح.

٢ - بوصول الترسيبات الجوية المائية إلى الأرض، فإن التربة تتوفر بها الرطوبة اللازمة لإمداد النبات بالماء والأملاح الذائبة فيه.

أولاً: صور الترسيبات المائية Precipitation

تتواجد الرطوبة الجوية بعدة صور نوجزها فيما يلي:

١ - المطر (rain). ويتكون عندما يتكثف بخار الماء في الجو، على درجة أعلى من نقطة التجمد (freezing point). وتتجمع قطرات الماء وتتساقط على سطح الأرض بتأثير الجاذبية الأرضية. وتختلف أحجام القطرات باختلاف سرعة تجمع جزيئات الماء.

٢ ـ الثلج (snow) . ويتكون عندما يتكثف بخار الماء في الغلاف الجوي، على درجات أقل من نقطة التجمد، ويتساقط على سطح الأرض بهدوء، ويكسو الأسطح المختلفة والنباتات.

٣ ـ البَرَد (hail) . ويتكون عندما يحمل الهواء قطرات الماء إلى أعلى، خلال طبقة باردة تحت التجمد، فيتراكم عليها مقدار أكبر من الماء المجمد، فيتزايد حجمها لتعود فتسقط إلى أسفل في قطع ثلجية مختلفة الأحجام، وتسبب أضرارا كبيرة للنباتات وغيرها.

٤ ـ الندى (dew) . ويتكون ليلا عندما يتكثف بخار الماء الموجود بالجو (قرب الأسطح الباردة)، نتيجة لفقد الإشعاع من الأرض، فتنخفض حرارة الأسطح عليها إلى ما تحت نقطة الندى، فتظهر عليها قطرات الندى السائلة.

٥ ـ السحاب (clouds) . هو بخار الماء المتكاثف في طبقات الجو العليا. ويختلف في نوع التجمع وإرتفاعه فوق سطح الأرض. وتعتبر هذه الصورة مصدر معظم الترسيبات المائية من الجو إلى سطح الأرض.
ملحوظة: يعتبر الضباب (fog) والشبورة (mist) صورا من السحاب المنخفض.

(٣,٣,٢) صور الرطوبة في التربة Forms of soil moisture

وتشمل صور الرطوبة التي تتواجد في الطبقة السطحية، وتعرف أحيانا بصور الماء الأرضي السطحي.

أولاً: ماء الجاذبية الأرضية Gravitational water

عند إضافة كمية فائضة من الماء فوق سطح التربة، فإن جزءا منه يتحرك أو يسكن فوق سطح التربة، ويسمى الماء الجاري (running water)، بينما يتخلل جزء آخر حبيبات التربة، ويملأ المسافات البينية فتصبح التربة مشبعة تشبعا كاملا. ويتحرك جزء من هذا الماء إلى أسفل، بتأثير الجاذبية الأرضية، ويطلق عليه الماء الحر (free water) شكل (٣,٩). ولا تستفيد النباتات كثيرا من الماء الحر، لأنه يفقد بسرعة بعد

الري (أو الأمطار)، وفي لحظة التخلص من كل كمية الماء. وبمجرد تحرك الماء الحر، تعتبر التربة في حالة السعة الحقلية (field capacity) وهي أقصى كمية من المياه يمكن أن تحتفظ بها التربة، وتقدر عادة كنسبة مئوية من وزن التربة الأصلي، وتختلف هذه النسبة باختلاف التربة.

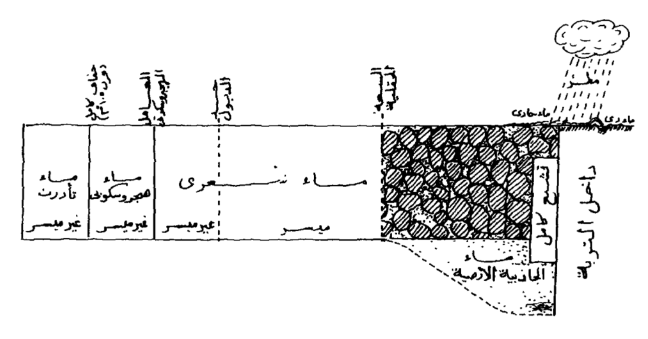
ثانيًا: الماء الشعري Capillary water

ويشمل الجزء المتبقي في المسافات البينية لحبيبات التربة، بعد تحرك الماء الحر. ويحفظ داخل التربة بتأثير التوتر السطحي (surface tension)، وقوي التلاصق (adhesion) بين الماء وحبيبات التربة. ولذلك فإن الماء الشعري لا يمكنه التحرك مثل الماء الحر، ولكن معظمه يكوِّن الجزء الرئيسي الذي يستفيد منه النبات، وينحصر مدى الاستفادة بين السعة الحقلية كأعلى قيمة وحد الذبول المستديم (permanent wilting point) كأقل محتوى مائي يستطيع أن يمتصه النبات، ويعرف هذا الشرط بالماء الميسر (المتاح) (available water). أما الماء الشعري الموجود بالتربة بعد حد الذبول فيصعب على النبات الاستفادة منه، لأن شدة ارتباطه بالتربة أكبر من قدرة الجذور على الامتصاص، ويعتبر حينئذ ماءا غير ميسر (nonavailable water).

ثالثًا: الماء الهيجرسكوبي Hygroscopic water

ويوجد بصورة أغشية رقيقة من الرطوبة على سطح حبيبات التربة. وهو شديد الارتباط بها، ولا يمكن للنبات الاستفادة منه في الظروف العادية، لأن قوة ارتباطه تفوق قوة امتصاص الجذور.

يستعمل الماء الذي يمتصه النبات في العمليات الحيوية، ولكن الجزء الأكبر منه يفقده النبات بواسطة عملية النتح (transpiration). ويمكن تعريف النتح بأنه خروج الماء على هيئة بخار من الأجزاء النباتية المعرضة للجو المحيط بالنبات. فإذا خرج بخار الماء عن طريق الثغور سمي النتح الثغري (stomatal transpiration) وهو أكثر صور النتح أهمية حيث يشكل ٥٠ ـ ٩٧٪ من النتح الكلي، وينخفض النتح الثغري عند غلق الثغور. أما النتح الأدمي (cuticular transpiration) فيعرف أيضا بالنتح البشري



شكل (٣,٩) صور الماء الميسر وغير الميسر في التربة.

(epidermal transpiration) حيث يتسرب بخار الماء خلال الجدر الخارجية لخلايا البشرة، وتبلغ نسبته حوالي ٣ ـ ١٠٪ من النتح الكلي. ويكون «مرتفعا» نسبيا في الأعضاء حديثة التكوين، لأن طبقة الأديم تكون رقيقة. ولكن في نباتات المناطق الجافة يزداد سمك الأدمة بدرجة كبيرة لتقليل تلك العملية. وفي الأشجار يتم خروج بخار الماء عن طريق العديسات الموجودة في القلف ويسمى نتح عديسي (lenticular transpiration)، ونسبته ١,٠٪ من النتح الكلي. هذا فضلا عن النتح القلفي (bark transpiration)، وهو على الرغم من قلته فإنه يعادل خمسة أضعاف النتح العديسي.

(٣,٣,٣) الاحتياجات المائية للنبات Plant water requirements

التعريف الحديث للإنسان والحيوان والنبات أنها أعمدة مائية (water columns)، هذا لأن الماء كما سبق ذكره يكوِّن جزءا كبيرا من وزن هذه المخلوقات الثلاث. فمثلا تصل نسبته إلى حوالي ٧٠٪ من وزن الإنسان والحيوان. أما بالنسبة للنباتات، فيختلف المحتوى المائي بين أجزاء النبات الواحد، فتحتوي البذور الجافة على نسبة ضئيلة تتراوح ما بين ٥ ـ ١٢٪ بينما تبلغ نسبته في الجذور إلى ٦٠ ـ ٩٠٪، أما الأوراق فيتراوح المحتوى المائي لها من ٣٥ ـ ٩٠٪. وتحتوي الثمار على ٧٠ ـ ٩٠٪ من وزنها

ماء. كما يختلف المحتوى المائي باختلاف النباتات، حتى أنه يتزايد في المحاصيل الورقية إلى نسبة عالية تبلغ ٩٠٪.

وبالنسبة للاحتياجات المائية، لوحظ اختلافها من محصول إلى آخر - بل وتختلف في المحصول الواحد حسب طور النمو وموسم الزراعة والنمو والبيئة المزروع فيها. لذلك نجد أن الاحتياجات المائية للنبات، في طور البادرة أو الشتلة، تكون أقل بكثير من احتياجه في طور النمو، أو طور الإزهار وتكوين الثمار.

أما التغيرات الجوية فتؤثر في النبات عن طريق تغير معدل النتح، وبالتالي في الاحتياجات المائية. لذلك تقوم العوامل المختلفة من حرارة ورطوبة جوية ورياح، بالتأثير في المحصول. كما يتأثر أيضا بعامل المحتوى المائي في التربة. ولذلك نجد تأثر النبات عن طريق التغير في معدلات البخر نتح (evapotranspiration).

من المعروف أن معظم النباتات الراقية ذاتية التغذية (autotrophic)، حيث تستخدم الماء الممتص، وثاني أكسيد الكربون الجوي، والطاقة المستمدة من ضوء الشمس، مع وجود الكلوروفيل، لتصنيع المواد الكربوهيدراتية. وتقسم النباتات، تبعا لكميات الماء، والرطوبة المتوفرة في بيئة النمو، إلى نباتات مائية ونباتات أرضية. وتقسم النباتات الأرضية إلى نباتات محبة للماء، وأخرى وسطية، وثالثة جفافية. ولكل نوع من هذه النباتات خصائصه وتحوراته التي تمكنه من العيش في بيئته المعينة.

أولاً: النباتات المائية Hydrophytes

وتشمل النباتات التي تحتاج إلى كميات قليلة من الأكسجين، وتنمو وتعيش في الماء أو تربة مشبعة بالماء. والجذور في هذه النباتات قليلة، وقد تكون أحيانا معدومة. أما بالنسبة للورقة فإن طبقة الكيوتين تكون رقيقة. والثغور لا توجد في الأجزاء المغمورة بالماء. وتقوم الأجزاء المغمورة بالماء بعملية الامتصاص، ويحدث فيها تبادل الغازات، بمعنى آخر فإن أهمية الثغور في النباتات المائية تقل كثيرا عن أهميتها في النباتات الأرضية.

وعموما تقسم النباتات المائية إلى :

١ ـ النباتات المغمورة Submerged plants مثل نبات الألوديا .*Elodea* spp.

٢ ـ النباتات الطافية Floating plants مثل نبات الياسنت المائي *Eichhornia*

٣ ـ النباتات البرمائية Amphibious plants مثل نبات ذيل القط *Typha latifolia*.

ثانيًا: النباتات الوسطية Mesophytes

وهي التي تنمو وتعيش في بيئة متوازنة من حيث وفرة الماء الأرضي ودرجة التبخر. وفيها يكون المحلول الغذائي الأرضي وسطي التركيز، وكمية الأكسجين في منطقة الجذور معتدلة.

والنباتات الوسطية سريعة النمو بالمقارنة بنباتات الجفاف والنباتات المائية، وأيضا لا تظهر عليها تحورات خاصة بالنسبة لعلاقاتها المائية، غير تساقط أوراق بعضها، والتي تجعلها مقاربة لنباتات الجفاف. تعتبر معظم النباتات المزروعة نباتات وسطية (Mitra 1964).

ثالثًا: النباتات الجفافية Xerophytes

وهي تلك النباتات التي تمكنت من العيش في البيئات الصحراوية الجافة، لوجود بعض التحورات التي تمكنها من امتصاص أكبر قدر من الماء، وتقليل عملية النتح، وتخزين الماء لاستعماله في وقت الحاجة. كما تقل المساحة الورقية. ويكون الضغط الأسموزي للخلايا أعلى منه في خلايا النباتات الوسطية، وتوجد طبقة شمعية على البشرة. هذا بالإضافة للتحورات التي تحدث على وضع الثغور، وقد يغطي سطح النبات بشعيرات أو حراشيف (على الأوراق) لتعكس الإشعاعات وتخفف من حدتها.

ونباتات الجفاف يمكنها أن تفقد من ٨ ـ ٢٥٪ من محتواها المائي دون ظهور أي أعراض للذبول الفسيولوجي، بينما النباتات الوسطية تظهر عليها أعراض الذبول إذا فقدت من ١ ـ ٢٪ من محتواها المائي.

(٤,٣,٣) العلاقات المائية للنبات والأرض Plant-soil water relationship

يحصل النبات على احتياجاته المائية عادة من التربة وبواسطة جذوره، إلا أنه في بعض الحالات، والتي يكون الجو فيها مشبعا بالرطوبة، فيمكن لبعض النباتات أن تحصل على احتياجاتها المائية من الجو، وبواسطة الأوراق، كما هو الحال في محصول الطماطم (Slayter 1960). ولا يحتفظ النبات بكل ما يحصل عليه من الماء، ولكنه يفقد جزءا كبيرا منه في عملية النتح، إما بواسطة الأوراق، أو بواسطة النتح الأدمي، ويمكن تلخيص حركة الماء في النبات فيما يلي:

١ ـ امتصاص الماء (water absorption): دخول الماء إلى النبات عن طريق الشعيرات الجذرية.

٢ ـ صعود العصارة (ascent of sap): داخل أوعية الخشب في الساق إلى الأوراق.

٣ ـ النتح (transpiration): هو فقد الماء على صورة بخار من النبات.

أولاً: الإدماع Guttation

هو فقد الماء في صورة محاليل سائلة، يمكن رؤيتها في الصباح الباكر، كقطرات عصارية عند النهايات الطرفية للأوراق، خصوصا في نباتات الفصيلة النجيلية، وغيرها من نباتات أخرى مثل الطماطم والكرنب. والسبب في تلك الظاهرة، هو أنه بتأثير الضغط الجذري، تكون سرعة الامتصاص تفوق سرعة النتح، الذي يكون بطيئا في المساء، لغلق نسبة كبيرة من الثغور.

وتخرج قطرات الادماع هذه عن طريق غير طريق النتح، ومن تراكيب مختلفة من الثغور يطلق عليها اسم «الأجهزة الدمعية» (guttation apparatuses)، وفتحتها للخارج تسمى «الثغر المائي» (hydathode) وهي تبقى دائما منفتحة. ويحتوي ماء الإدماع على بعض المواد السكرية، والأحماض الأمينية، والأملاح المعدنية. وتقوم النباتات أحيانا باسترجاع محلول الإدماع. أما إذا بقي على سطح الورقة حتى يتبخر

الماء، فتظهر بعض الرواسب عند حواف الأوراق، وهي عبارة عن المواد الصلبة التي كانت ذائبة في محلول الإدماع.

ثانيًا: قياس الاحتياجات المائية للنبات Measurement of water requirements

تختلف الاحتياجات المائية من محصول إلى آخر. كما أنها تختلف في المحصول الواحد، حسب طور النمو والموسم، والبيئة المزروع فيها. فاحتياجات النبات المائيه في طور البادرة (أو الشتلة) تكون قليلة بالمقارنة للاحتياجات عندما يكون النبات مكتمل النمو أو مزهرا أو مثمرا. هذا بالإضافة إلى أن العوامل البيئية المختلفة، والتي يتعرض لها النبات، تؤثر تأثيرا كبيرا، في معدل النتح، وبالتالي في الاحتياجات المائية. فمثلا درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة، سرعة الرياح، الرطوبة الجوية، المحتوى المائي الأرضي، الموسم، والنبات نفسه، كلها عوامل تؤثر على معدلات البخرنتح، والتي دائما تكون عالية في الصيف منخفضة في الشتاء.

ونظرا لقلة الدراسات على الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة وتحت الظروف البيئية المتباينة، فإن الاعتقاد السائد وسط المزارعين ـ في كثير من بلاد العالم المتقدمة والنامية على حد سواء ـ أن المحاصيل المختلفة سيزيد إنتاجها كلما أعطيت كميات كبيرة من مياه الري. وهذا الاعتقاد السائد كثيرا ما يسبب في تقليل الإنتاجية، سواء كانت في الكم أو النوع. هذا لأن التعطيش أو الري الزائد على المحاصيل المختلفة يكون تأثيره النهائي تقليل الإنتاج.

بالنسبة للرطوبة في النبات، نجد أنها تخضع لحالة من التوازن المائي (water balance) وذلك بين ما يكتسبه النبات بالامتصاص، وما يفقده بالنتح. فإذا زاد الامتصاص للماء عن معدل فقد الرطوبة بالنتح، تمكن النبات من التعايش بحالة طبيعية. ويقال حينئذ أنه في حالة توازن مائي موجب (positive water balance). ولكن إذا زاد الفقد في الرطوبة بزيادة النتح أو بنقص الماء في التربة وصعوبة الامتصاص

فإن التوازن المائي يصبح سالبا (negative water balance) وهذا إذا استمر، يضر النبات، ويؤدي به إلى الذبول المستديم، وفي النهاية يموت النبات (Kozlowski 1968).

الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة يمكن قياسها أو تقديرها بقياس عملية البخرنتح (evapotranspiration) أو قياس ما يسمى بالاستهلاك المائي (consumptive use) وهناك فرق بسيط بين الحالتين، إذ أن عملية البخرنتح هي كمية الماء المفقود من النبات، والتربة التي ينمو فيها النبات، في شكل بخار ماء، بينما الاستهلاك المائي يساوي كمية البخرنتح مضافا إليها كمية الماء التي يحتفظ بها النبات لإجراء العمليات الحيوية المختلفة.

وطرق قياس عملية البخرنتح، إما أن تكون مباشرة باستعمال الإناء الموزون (weighable container) أو اللايسيمترات (lysimeters) . وإما بطرق غير مباشرة، باستعمال مقياس التبخر (الأفابورمتر evaporimeters) ، أو المعادلات الحسابية المختلفة (mathematical formulae) مثل معادلات بنمان (Penman) ، بلاني - كريدل (Blaney-Criddle) ، أو ثورن ويت (Thornwaite) ، والتي تأخذ في الاعتبار عوامل المناخ المختلفة من حرارة ورياح ورطوبة نسبية وإشعاع، ومدى تأثيرها على عملية البخرنتح. وقياس عملية البخرنتح، يمكن أن تتم بأي طريقة تقيس المحتوى المائي أو الشد الرطوبي في التربة مثل طريقة الوزن (gravimetric sampling) أو جهاز التنشيومتر (tensiometers) أو مكعبات الجبس (gypsum blocks) أو طريقة تشتت النيوترونات (neutron dispersion technique) (Kramer 1969).

وتعتبر الطرق السابقة طرقا قياسية قد لا تتوفر معداتها أو استخداماتها لكثير من المزارعين، ولذا يلجأ هؤلاء المزارعون إلى الخبرة الشخصية، في تقدير احتياجات نباتاتهم لعملية الري. فمثلا في بساتين الفاكهة، تزرع نباتات دوار الشمس القصير الساق في أماكن متفرقة. ويعتبر بدء ذبول أوراقه مؤشرا لري أشجار البستان.

وتستعمل عدة وحدات لقياس مياه ري المحاصيل، فقد تكون أمتارا مكعبة، أو أقداما أو بوصات أو ميليمترات للهكتار.

(٣,٣,٥) الجفاف Drought

يعرف عادة بأنه الحالة التي تكون فيها الرطوبة الأرضية هي العامل المحدد لنمو النباتات. وقد وضعت عدة تعاريف للجفاف ما زالت عليها خلافات كثيرة. تختلف النباتات في وسائل تحايلها على مقاومة ظروف الجفاف. فكثير من النباتات تكمل دورة حياتها (إنبات البذور ونمو البادرات ونضج النباتات وإزهارها وتكوين الثمار وما بها من بذور) في فترة وجيزة (عدة أسابيع)، وهي الفترة التي تتوفر فيها الرطوبة المناسبة لإكمال النبات تكوين البذور. اما باقي المدة من العام (وهي المدة الأطول من العام والتي تتميز بالجفاف) فتمضيها النباتات في طور البذور. وتسمى هذه النباتات هاربة من الجفاف (drought escaping). وهناك أنواع نباتية أخرى مقاومة للجفاف (drought resistant) تتمثل في النباتات المعمرة الصحراوية (أشجار وشجيرات)، نجد أنها في بداية موسم الجفاف تُسْقِطْ جزءا من أوراقها، بينما تضمر الأوراق الباقية، لفقدها حوالي (٥٠٪) من محتواها المائي، وتكتسب لونا بنيا وتبدو كأنها ميتة. وتستمر على هذا الحال طول موسم الجفاف، ولكن بمجرد سقوط الأمطار تخضر الأوراق، وتمارس عملها بنشاط، ويزهر النبات ويعطي البذور لحفظ النوع. وفي بعض النباتات، مثل البرسيم الحجازي والقرطم، يمكن للنباتات التعويض عن قلة الأمطار بتعمق جذرها الوتدي، وامتداده إلى أسفل داخل التربة لمسايرة انخفاض الماء الأرضي. ولكن في حالة النباتات ذات الجذور العرضية مثل النجيليات فإنها بصفة عامة لا تتحمل الجفاف الشديد مثل النباتات الأخرى، لأنها لا تستطيع إرسال جذورها العرضية إلى أغوار عميقة. إلا أنها تحاول التعويض عن نقص الامتصاص بإخراج أفرع جذرية جديدة، كما في بعض أصناف الذرة الرفيعة. ومن وسائل مقاومة الجفاف تقليل فقد الرطوبة التي ينتجها النبات بغلق الثغور أو وضعها داخل تجاويف، أو تغطية سطح الأوراق بشعيرات، أو زيادة سمك الأديم، لتقليل فقد بخار الماء من الجدر السطحية لخلايا البشرة في الأعضاء الهوائية (سوق وأوراق). وقد لوحظ في النباتات العصيرية الخازنة

للماء، والتي تعيش في البيئة الصحراوية، أنها تفتح ثغورها ليلا بدلا من النهار، كما أن هذه النباتات تكوِّن أوراقا خضرية صغيرة الحجم وقصيرة العمر، لأنها تسقط من على النبات بسرعة وذلك لتقليل فقد الرطوبة بالنتح، كما أن باقي الأوراق المتكونة بعد ذلك تتحور إلى شويكات لتقليل النتح.

وفيما يلي أهم الوسائل المتبعة لمقاومة انخفاض الرطوبة:

١ - التحكم في كثافة النباتات بإحدى الوسيلتين التاليتين:

(أ) في حالة الري الصناعي: يراعى زيادة كثافة النباتات لأن ذلك يعمل على زيادة الرطوبة في الجو المحيط بالنبات.

(ب) في حالة الاعتماد على الري الطبيعي (بماء المطر)، يراعى زيادة المسافات بين النباتات لكي يزداد نصيب كل نبات من الرطوبة الأرضية.

٢ - زراعة مصدات الرياح، لتقليل سرعة مرور الرياح الجافة فوق النباتات، لما لها من تأثير في سحب الرطوبة من النبات.

٣ - زراعة محصول الغطاء بين الأشجار يعمل على رفع الرطوبة الجوية، نظرا لما يخرجه هذا المحصول من ماء النتح في جو البستان.

(٣,٣,٦) تأثير زيادة الرطوبة (الماء) في التربة Effect of increase in soil moisture

يؤثر الماء الزائد على كل من النباتات والتربة، في تلك الحالة تشغل المسافات بين حبيبات التربة بالماء وتحل بدلا من الهواء، فيقل الأكسجين في التربة. كما يتراكم ثاني أكسيد الكربون الناتج من التنفس داخل التربة، الأمر الذي يؤدي إلى تنشيط التحلل اللاهوائي للمواد العضوية، وينتج غاز الميثان وألدهيدات سامة، كما تختزل كثير من الأيونات التي قد تتراكم إلى حد السمية مثل أيونات الحديديك التي تتحول إلى أيونات الحديدوز. كما أن النترات تتحول إلى النشادر، أو تتحلل إلى أكسيد النيتروز والنيتروجين. بينما الكبريتات تعطي الكبريتيدات وغاز كبريتور الهيدروجين السام (Levitt 1980).

ومن التأثيرات الفسيولوجية لزيادة ماء التربة على النبات، حدوث نقص في نفاذية الأغشية البلازمية داخل خلايا الشعيرات الجذرية فيقل الامتصاص على الرغم من توفر الماء حول الجذور. وتعرف تلك الحالة بالجفاف الفسيولوجي (physiological drought) وتختلف النباتات في تحملها لزيادة الماء في التربة. فمن المحاصيل الحساسة لرداءة التهوية في التربة القمح، ونباتات الفصيلة القرعية، والبرقوق. بينما نجد أن بعض المحاصيل كالأرز ينمو في التربة المغمورة بالماء. وجدير بالذكر أن النخيل يمكنه التعايش في حالات زيادة الرطوبة الأرضية وفي نفس الوقت نجده مقاوما للجفاف.

(٣,٣,٧) تأثير الرطوبة الجوية على الحاصلات الزراعية

Effect of atmospheric humidity on crops

تتأثر الحاصلات الزراعية بكمية بخار الماء الموجود في الجو، وسقوط الأمطار بدرجات مختلفة. كما يتضح من الحالات التالية:

١ - بالنسبة لنخيل البلح علاوة على عامل الحرارة نجد أن معظم الأصناف الطرية لا تجود إذا قلت الرطوبة النسبية في الجو عن ٦٠٪ بينما تنجح الأصناف الجافة ونصف الجافة على رطوبة نسبية تتراوح ما بين ٢٥ - ٤٠٪.

٢ - تنجح زراعة نخيل جوز الهند في المناطق الاستوائية التي تتجاوز فيها نسبة الرطوبة (٨٠٪) على مدار السنة.

٣ - تتغير طبيعة النمو في أشجار الفاكهة، فتكون الشجرة مفتوحة وأفرعها متهدلة في المناطق الرطبة، بينما تكون الشجرة منضغطة والأفرع متقاربة في المناطق الجافة.

٤ - اختلاف شكل الثمار، فقد لوحظ في ثمار التين ميلها إلى الاستطالة في الأشجار النامية في المناطق الساحلية الداخلة في نطاق رطوبة البحر. بينما تميل الثمار إلى الاستدارة في الأشجار النامية في المناطق الداخلية الجافة.

٥ - يسبب تساقط الأمطار بعض الأضرار، نتيجة للتأثير الميكانيكي لاصطدام قطرات المطر. فتتساقط الأزهار والثمار- كما تعمل الأمطار على إعاقة الحشرات الملقحة.

٦ - تؤثر رطوبة الجو في درجة تأثر النبات بالحرارة، ففي المناطق ذات الرطوبة الجوية المنخفضة، مثل المنطقة الوسطى بالمملكة، نلاحظ أن الأنواع النباتية، تتحمل درجات حرارة أعلى مما لو كانت مزروعة في المناطق ذات الرطوبة المرتفعة، مثل جدة بالمنطقة الغربية والدمام بالمنطقة الشرقية.

(٣,٣,٨) بعض تأثيرات قلة الماء على النباتات

Effect of water shortage on plants

١ - يسبب التعطيش ذبولا مؤقتا أو دائما للنباتات.
٢ - يبطيء العمليات الحيوية مثل عملية التمثيل الضوئي.
٣ - يسبب التعطيش أيضا تبكيرا في النضج، إلا أن هذا التبكير دائما يكون مصحوبا بقلة في الإنتاج.
٤ - التعطيش يقلل نوعية الإنتاج، خصوصا إذا كان الوزن الطازج هو المعيار. ويظهر هذا التأثير جليا في المحاصيل الورقية مثل الخس والكرنب وغيرهما.

(٣,٣,٩) بعض تأثيرات الري الزائد على النباتات

Effect of overwaterring on plants

١ - يسبب الري الزائد أيضا ذبولا مؤقتا أو دائما للنباتات، وذلك نتيجة لتقليل كمية الأكسجين في منطقة الجذور.
٢ - يبطيء العمليات الحيوية داخل النبات.
٣ - يصرف الأملاح الزائدة.
٤ - يتسبب في صرف بعض المواد الغذائية.

(٣,٤) الرياح Wind

تعرف الرياح بأنها الكمية من الهواء المتحركة طبيعيا، وتعتبر الرياح من العوامل الطبيعية التي لها أثرها في إنتاج الحاصلات الزراعية، حيث تلعب دورها في انتقال حبوب اللقاح بين الأزهار لإنجاز عملية التلقيح والإخصاب. وتيسيرا لحدوث ذلك

نجد أنه في أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق، تنشط البراعم الزهرية قبل البراعم الخضرية، فتتكون الأزهار وتكسو الأشجار قبل تكوين الأوراق. ولكن للرياح مضارها ويمكن تقسيم أضرار الرياح إلى ما يلي:

١ ـ أضرار فسيولوجية Physiological injuries

تنحصر تلك الأضرار في زيادة النتح، ويصبح التوازن المائي سالبا. وتتزايد هذه الأضرار بجفاف الرياح، وزيادة شدتها، وارتفاع حرارة الجو، مما يسبب جفاف النموات الحديثة وسقوط الأزهار والثمار الصغيرة.

٢ ـ أضرار ميكانيكية Mechanical injuries

تسبب الرياح الشديدة اقتلاع الأشجار، خصوصا المزروعة في التربة الخفيفة والتربة الضحلة. ويتزايد احتمالات الضرر، إذا تصادف هبوب الرياح مع ري النباتات، مثلما يحدث عند ري محاصيل الذرة والقمح ويعبر عن ذلك بحدوث الرقاد أو الضجعان (lodging). وتسبب الرياح كسر الأفرع الحاملة للثمار. كما تفقد النباتات بعض أوراقها وأزهارها وثمارها. وتتزايد أضرار الرياح إذا كانت محملة بالرمال، حيث أنه باصطدامها بجذوع الأشجار يتلف القلف واللحاء، كما تخدش وتتلف قشرة الثمار.

٣ ـ تعرية التربة Soil erosion

وتتلخص في حمل الهواء للتربة. ولهذه العملية أضرارها على الطبقة السطحية (surface layer) والمهيأة للزراعة. وقد يتزايد الحمل كاشفا عن جزء من جذور الأشجار، مما يضعف تثبيتها، كما يعرض الأجزاء المكشوفة من الجذور للجفاف، مما يحدث أضرارا كبيرة للأشجار.

وفي المناطق الصحراوية تسبب الرياح عملية سفي الرمال، فتتحرك الكثبان الرملية لتغطي الأراضي المزروعة، وأحيانا تطمر المنازل والنخيل.

٤ ـ الوقاية من أضرار الرياح Protection from wind damage

(أ) زراعة مصدات الرياح في الجهة التي تهب منها الرياح الشديدة، وقد يستدعي الأمر تكرار صفوف مصدات الرياح.

(ب) عدم حرث التربة أثناء موسم الجفاف أو هبوب الرياح.

(جـ) زراعة محاصيل غطائية، أو ترك بقايا المحصول بدون تقليع لكي تعمل على تماسك التربة وعدم انجرافها بالرياح.

(د) زراعة أشجار الفاكهة متقاربة نسبيا، لكي تحمي بعضها البعض.

(هـ) زراعة الأصناف الأكثر مقاومة للرياح، في جهة هبوب الرياح، تليها الأشجار الأقل مقاومة، مثل زراعة أشجار الموالح أو الجوافة تحت أشجار النخيل.

(٣, ٥) عوامل البيئة الأرضية Soil Factors

يعرف مرسي (١٩٧٩م) الأرض الزراعية بأنها تلك الطبقة الرقيقة من سطح الأرض، والتي تنمو فيها جذور النباتات، وتأخذ منها الماء، والعناصر الغذائية. وللأرض ثلاثة خصائص رئيسية، تلعب منفردة أو مجتمعة أو متداخلة، أدوارا هامة في نمو وإنتاج المحاصيل المختلفة. ونورد فيما يلي تفصيلا موجزا لهذه الخصائص:

(٣, ٥, ١) الخواص الطبيعية Physical characters

وتشمل عدة عوامل للتربة، أهمها القوام والبناء والهواء والحرارة والماء والغازات. وتختلف النباتات اختلافا كبيرا في مدى احتياجاتها لهذه العوامل، فمثلا الأرض الطينية الثقيلة، ذات المحتوى المائي العالي، والتهوية القليلة، تعطي محصولا أوفر، إلا أن نضجه يكون متأخرا بالنسبة لتربة سلتية أورملية خفيفة. كما أن محتوى الماء والهواء وسرعة تبادل الغازات، كلها خصائص طبيعية، من شأنها التأثير على النمو والإنتاج في المحاصيل الزراعية المختلفة. هذا بالإضافة إلى أن خصائص الأرض الطبيعية تلعب دورا هاما في عمليات تحضير الأرض، مثلا الأرض المبتلة نوعا، قد يسهل حرثها وتسويتها بالمقارنة بأرض جافة.

(٣, ٥, ٢) الخواص الكيميائية Chemical characters

ويقصد بها عموما المواد الغذائية الموجودة في التربة، وتفاعلاتها، ومدى سهولة امتصاصها بالنباتات المختلفة. وتحتاج النباتات لهذه المواد بكميات متفاوتة تختلف حسب نوع المحصول، ومراحل نموه، والموسم المزرع فيه المحصول. ونجد أن نمو وإنتاج المحاصيل المختلفة، يتأثران كثيرا بتوفر هذه المواد الكيماوية أو عدمها. وسيتطرق الباب الخامس (٥, ٦) بشيء من التفصيل لهذه المواد الكيماوية منها والعضوية، وأدوارها في إنتاج المحاصيل المختلفة.

(٣, ٦) العوامل الحيوية Biological Factors

الأرض الزراعية وسط فيه ماشط للحياة، ويذكر أن مقدار وزن الكائنات الحية التي توجد في الأرض، تصل إلى نحو خمسة اطنان للفدان. وتقسم الكائنات الحية في الأرض الزراعية إلى مجموعتين رئيسيتين هما: المجموعة النباتية والمجموعة الحيوانية. فالبكتريا والفطر والطحالب أهم كائنات المجموعة النباتية، بينما نجد أن البر وتوزوا والنيماتودا والديدان الأرضية والحشرات والقواقع والعناكب والقارضات هي أهم المجموعة الحيوانية.

والكائنات الحية، نباتية كانت أو حيوانية، لها منافعها ومضارها للنباتات. فمثلا نجد أن الكائنات النباتية والحيوانية عند موتها، تتحلل إلى مواد تحسن خواص التربة الغذائية. كما أن هناك بعض أنواع البكتريا التي تعيش في جذور نباتات العائلة البقولية، ولديها المقدرة على تثبيت الأزوت الهوائي، وجعله ميسورا لنباتات هذه العائلة.

هذا من ناحية المنافع، أما من ناحية مضار الكائنات الحية، فنجد بعض أنواع البكتريا والفطريات والنيماتودا تتغذى على جذور النباتات فتضعفها، مما يؤدي إلى تأثيرات ضارة بالنسبة لنمو وإنتاج المحصول.

(٣,٧) السمات الرئيسة للموارد الزراعية بالمملكة

(٣,٧,١) الموقع Location

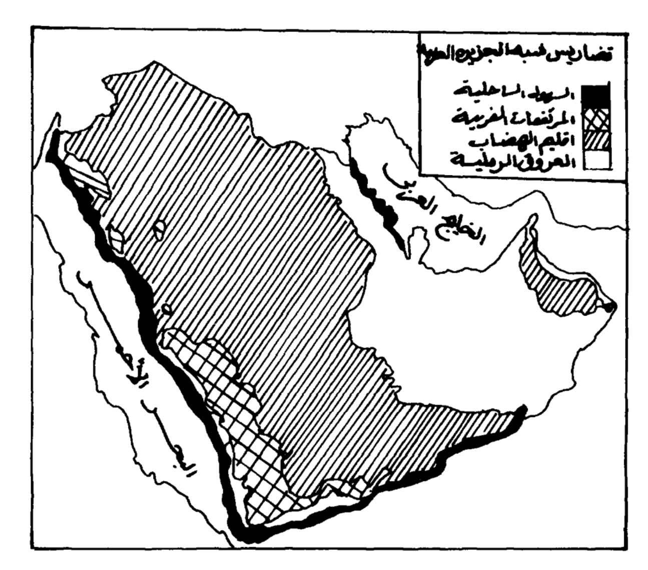
يتأثر مناخ المملكة العربية السعودية كثيرا بموقعها الجغرافي، حيث تقع بين خطي الطول ٣٦َ ٣٤° و٥٦° شرقا، وخطي العرض ١٦° و١٢َ ٣٢° شمالا. ومعظم هذه المساحة تقع في النطاق الصحراوي المداري الجاف لغرب القارات (الشريف ١٩٧١م) ولذلك فإنها تكون في مهب الرياح التجارية الجافة شتاء، والرياح القارية الجافة صيفا. مما يضفي على معظم أجزائها السمة القارية التي تتصف بالجفاف، وبتباين درجات الحرارة اليومية والموسمية. بيد أن البحر الأحمر والخليج العربي يسهمان إسهاما فعالا في التأثير على درجات الحرارة والرطوبة في المناطق الساحلية. ومن ناحية أخرى تلعب التضاريس دورها في التأثير على عوامل المناخ المختلفة تبعا لموقعها وخصائصها التضاريسية.

(٣,٧,٢) التضاريس Topography

تشتمل المملكة على معظم أنواع التضاريس المعروفة، إلا أن الشكل الهضابي هو النوع السائد في معظم المساحات. وتقسم المملكة تبعا لتواجد التضاريس إلى أربعة أقاليم تضريسية رئيسية (الشكل ٣,١٠) على نحو ما يلي:

أولاً: السهول الساحلية Coastal plains

وهي المناطق المجاورة للبحر الأحمر والخليج العربي، ويتراوح ارتفاعها بين صفر-٣٠٠م فوق سطح البحر. ويمتد سهل تهامة على البحر الأحمر مسافة ١٨٠٠ كم، إلا أنه ضيق الاتساع، حيث إن الهضاب والمرتفعات التي تحده من ناحية الشرق، تقترب من البحر في أجزائه الشمالية، بينما يتزايد الاتساع عموما باتجاه الجنوب، حيث يبلغ ٤٥ كم في جيزان. أما السهل الساحلي الشرقي فيتواجد بمحاذاة الخليج العربي، على مسافة حوالي ٥٠٠ كم وبمعدل عرض ٦٠ كم. ونظرا لحداثة تكوينه من الناحية الجيولوجية فهو منخفض نسبيا، ومُسْتَوِى السطح تقريبا، ولكنه يرتفع تدريجيا باتجاه الهضاب التي تحده من ناحية الغرب.



شكل (١٠, ٣). الأقاليم التضاريسية في شبه الجزيرة العربية.

ثانيًا: المرتفعات الغربية The western highlands

تتشكل هذه المرتفعات من سلاسل جبلية متوازية أو متقطعة تمتد بمحاذاة السهل الساحلي الغربي بطول (١٧٠٠ كم) وباتساع يتراوح بين ١٢٠ ـ ٢٠٠ كم، وتتباين هذه السلاسل من حيث الارتفاع والتكتل والخصائص التضريسية الأخرى. وتقسم السلاسل عادة إلى مجموعتين: الأولى وهي سلسلة المرتفعات الساحلية والتي تحد السهل الساحلي من ناحية الغرب ويتراوح ارتفاعها بين ٦٠٠ ـ ٢٣٠٠م وتتكون من مجموعات من النجود المرتفعة والجبال والأغوار العميقة والأودية، وهي بصورة عامة معقدة التضاريس. أما المجموعة الثانية، فهي سلاسل المرتفعات العالية والتي تشكل

الجزء الجبلي الحقيقي في المملكة، والذي ترتفع بعض قممه إلى أكثر من ٣٠٠٠م فوق سطح البحر. وتتميز هذه السلاسل بشدة انحدار سفوحها من ناحية الغرب، بينما تنحدر بصورة تدريجية إلى الشرق، وتتخللها الوديان الطولية الممتدة شمالا وجنوبا والوديان العرضية الممتدة شرقا وغربا.

ثالثًا: إقليم الهضاب The plateaux region

وهو أكبر إقليم تضريسي في المملكة يمتد شرقا من المرتفعات الغربية لتصل بعض أجزائه إلى الخليج العربي. ويتكون من عدد كبير من الهضاب التي ينخفض ارتفاعها إلى سطح البحر كلما اتجهنا شرقا. وتقسم الهضاب إلى أربعة أقسام كما يلي:

١ - **الهضاب الغربية**. وتحدها المرتفعات الغربية من ناحية الغرب، وتمتد بطول المملكة، من الحدود الأردنية إلى الحدود اليمنية، ويتراوح ارتفاعها بين ٨٠٠ - ١٥٠٠م وتشمل هضبة الحسمي، وهضبة الحجاز، والحدات، وسهل ركبة الصخري، وهضبة عسير، وهضبة نجران.

٢ - **هضبة نجد**. وتقع إلى الشرق من الهضاب الغربية. وتمتد إلى صحراء الدهناء شرقا، ومن النفود الكبير شمالا، حتى الربع الخالي جنوبا. ويتراوح ارتفاعها تبعا لانحدار السطح من الغرب إلى الشرق بين ١٢٠٠ - ٨٠٠م، وتتخلل هذه الهضبة الأودية، والتي من أهمها وادي الرمة الأعلى، ورنيه، وتربه، وبيشة، ووادي حنيفة، ووادي حريملاء، ونساح، والحوطة، والأفلاج.

٣ - **الهضاب الشرقية**. وتشمل هذه الهضاب المنطقة الممتدة من هضبة نجد إلى الساحل الشرقي، ومن وادي الباطن حتى أطراف الربع الخالي. وتتكون من هضبة الدبدبة، وهضبة الصمان، ونفود الجافورا، والحافة الصخرية في منطقتي العقير وسلوى، ويتراوح ارتفاعها من ٢٥ - ٤٠٠م.

٤ - **الهضبة الشمالية**. وتحتل المساحة الواقعة بين النفود الكبير، والحدود الأردنية، والعراقية، والكويتية، ويتراوح ارتفاعها بين ٣٠٠ - ١٠٠٠م. ومن أهم معالمها حوض وادي السرحان الممتد من الجوف إلى الأزرق.

رابعًا: العروق الرملية Desert sands

وتتواجد في الربع الخالي، وصحراء النفود الكبرى، وصحراء الدهناء، ويتباين ارتفاعها بين ٥٠ ـ ١٠٠٠م، وتتميز بتواجد الرمال الصحراوية، وتوصف أحيانا ببحار الرمال، أو أحواض الرمال.

(٣,٧,٣) العوامل المناخية Climatic factors

يعتبر مناخ المملكة صحراوي قاري، فهو شديد الحرارة صيفا، والبرودة شتاء. ولكن يتأثر مناخ بعض المناطق بظروفها الخاصة، مثل ارتفاعها عن سطح البحر، أو قربها من البحار.

وتعتبر الحرارة والرطوبة من أهم العوامل التي تؤثر في الظروف البيئية والزراعية في المملكة، وفيما يلي عرضا سريعا لكل منهما:

أولاً: الحرارة Temperature

يتسم النمط الحراري في المملكة عموما بارتفاع معدلات الحرارة صيفا، واعتدالها شتاء، باستثناء بعض الأماكن التي تتأثر بأوضاع خاصة، يتغير فيها النمط الحراري تبعا للموقع، والارتفاع، والقرب من البحر الأحمر، أو الخليج العربي.

في معظم جهات المملكة، تبدأ معدلات الحرارة في الارتفاع في شهر مارس، ويوصف شهر مارس وابريل بأنهما حاريين، ولكنهما انتقاليان. وتعتبر الفترة من شهر مايو إلى شهر أغسطس حارة جدا. تصل معدلات الحرارة ذروتها في شهر يوليو، ثم تبدأ معدلات الحرارة في الانخفاض في شهري سبتمبر وأكتوبر وهما شهران حاران ولكنهما انتقاليان، تستقر بعدهما معدلات الحرارة في حدود الاعتدال حتى شهر فبراير. ويكون شهر يناير أقل أشهر السنة من حيث انخفاض درجات الحرارة.

يبين جدول (٣,٧) معدلات الحرارة في شهري يناير ويوليو، في مناطق المملكة المختلفة. ويبرز الجدول بوضوح التغيرات الحرارية في موسمي الشتاء والصيف. كما

يبر ز أهم آثار العوامل المحلية. وفيما يلي بعض الخصائص الحرارية ذات الأثر على الإنتاج النباتي:

١ ـ إن النمط العام لمعدلات الحرارة الموسمية يوفر بيئتين حراريتين في السنة تتيحان الفرصة لإنتاج محاصيل المناطق المعتدلة شتاء، ومحاصيل المناطق الحارة صيفا. بالإضافة إلى محاصيل الفاكهة، التى يلائمها هذا النمط الحراري، ومن أهمها التمور.

٢ ـ في ذروة الصيف، ترتفع درجات الحرارة القصوى في بعض الأيام إلى أكثر من ٤٥°م. وتنخفض شتاءا إلى ما دون الصفر، مع حدوث الصقيع. وهما حدثان يعودان سلبا على نمو وإزهار وإثمار المحاصيل الموسمية، وبعض المحاصيل المستديمة وشبه المستديمة.

٣ ـ في الساحل الغربي، المتاخم للبحر الأحمر، تكون معدلات الحرارة مرتفعة نسبيا على مدار السنة. وتكون الفروق بين معدلات الحرارة في شهري يناير ويوليو متقاربة. وعلى ذلك فإنها تتيح بيئة زراعية دافئة على مدار السنة، مما يجعلها منطقة صالحة لمحاصيل نباتات المناطق الدافئة والحارة. ولا يجود فيها غير بعض محاصيل المناطق المعتدلة في فصل الشتاء.

٤ ـ في المناطق المرتفعة، تقل الفروق الحرارية الموسمية، وتكون هذه المناطق أقرب إلى الاعتدال على مدار السنة. وبذلك فإنها تبعا لارتفاعها، تتيح الفرصة لزراعة محاصيل المناطق المعتدلة صيفا وشتاء. أو زراعة محاصيل المناطق المعتدلة شتاء ومحاصيل المناطق الدافئة صيفا. كما تتيح الفرصة لزراعة أنواع متعددة من محاصيل أشجار المناطق المعتدلة والدافئة.

ثانيًا: الأمطار Rain

في معظم مناطق المملكة، باستثناء المرتفعات الغربية يتراوح المعدل السنوي للأمطار بين ٥٠ ـ ١٥٠مم، كما يتبين من **الجدول (٣,٨)**. ومن أبرز صفات الأمطار في المملكة، تباين الهطول السنوي عن المعدل العام. ولعل أوضح ما يبين ذلك كمية

الأمطـار السنـويـة الهاطلة على مدينة الرياض في عامي ١٩٦٦ و١٩٦٧م حيث بلغت على التوالي ١٦ و٢١٦مم.

وتـتركـز معظم الأمطار في فصلي الشتاء والربيع. إلا أن حدوث التساقط يتذبذب من سنـة لأخـرى، من حيث التـوزيـع خلال الموسم المطير، والكميات التي تسقط في الهطول الواحد، أو اليوم الواحد. فقد تسقط جميع أمطار الموسم في شهر أوشهرين، في أول الشتـاء، أوفي آخـر الـربيـع، وتنقطـع في بقيـة الموسم. وقد يكون التساقط في يوم واحـد، أكثـرمن كميـة الأمطار الهاطلة في موسم كامل. وفي كثير من الأحيان، تسقط الأمطـار بغـزارة شديدة بحيث يكون معدل التساقط، أكبر بكثير من قدرة التربة على تشربها، فتسيل المياه نحو المناطق المنخفضة فتتشربها تربتها وتختزنها في طبقاتها المختلفة. وبـذلـك تتمكن نبـاتـات المـراعي والشجـيرات من النمو، كما تُمَكِّن من زراعة بعض المحـاصيـل الحـوليـة اعتـماداً على ميـاه الأمطار، وذلك لأن هذه المناطق المنخفضة قد أصابها من ماء الأمطار ما هو أكثر بكثير مما يوحي به معدل الهطول السنوي.

يزداد معـدل الهطـول السنـوي، في المـرتفعات الجبلية، في جنوب غرب المملكة، إلى ٢٠٠ ـ ٤٠٠مم، يسقط معظمها في فصلي الشتاء والصيف. وبالرغم من أن هذه المعدلات تعتبر منخفضة بالمقاييس العالمية، إلا أن نمط هطول الأمطار وتوزيعها خلال السنة، بالإضافة إلى انخفاض درجات الحرارة، ومعدلات التبخر، تتيح الفرصة لنمو أنـواع عديـدة من نبـاتـات المراعي والغابات. وفي ذات الوقت فإن اتباع طرق الزراعة الحـافـة المتمثلة في حصـاد المـاء واختزانه في باطن الأرض، لفائدة المحصول المزروع، تمكن من إنتاج أنواع عديدة من محاصيل الحقل والخضر والفاكهة.

(٤ , ٧ , ٣) موارد المياه بالمملكة Water resources in the Kingdom

مصادرها الرئيسية هي:

أولاً: مياه السيول Run-off water

والتي تتجمع نتيجة لسقوط الأمطار في الوديان الموسمية.

جدول (٣,٧). معدلات الحرارة في بعض محطات المملكة بالدرجات المئوية (١٩٦٧ - ١٩٧٤م).

المحطة	خط العرض		الارتفاع بالمتر	يوليو			يناير		
	دقيقة	درجة		متوسط النهاية العظمى	متوسط النهاية الصغرى	المعدل	متوسط النهاية العظمى	متوسط النهاية الصغرى	المعدل
الظهران	١٦	٢٦	٢٣	٤٢	٢٩	٣٢	٢١	١٠	١٦
الهفوف	٤٤	١٥	١٥٠	٤٣	٢٥	٣٤	٢٠	٩	١٥
سكاكا	—	٣٠	٥٨٠	٤٠	٢٤	٣٢	١٧	٥	١١
حائل	٣١	٢٧	٩٩٥	٣٧	٢٣	٣١	١٥	٣	٩
عنيزة	١١	٢٦	٦٤٩	٤١	٢٢	٣٢	٢٠	٧	١٣
الرياض	٤٢	٢٤	٦٠٨	٤٢	٢٦	٣٥	٢٢	٨	١٤
السليل	٢٨	٢٠	٦١٧	٤٥	٢٦	٣٥	٢٣	٨	١٦
بيشة	١	٢٠	١٠٤٠	٣٩	٢٢	٣١	٢٦	١٠	١٨
تبوك	٢٣	٢٨	٧٧١	٣٩	٢٢	٣٠	١٨	٣	١١
العلا	٢٨	٢٦	٦٧٤	٤١	٢٥	٣٣	٢٠	٨	١٤
المدينة	٣٣	٢٤	٦٤٠	٤٢	٢٤	٣٥	٢٣	١٠	١٧
الطائف	٢٩	٢٢	١٤٧١	٣٢	٢٠	٢٦	٢١	٨	١٤
بلجرشي	٥٢	١٩	٢٤٠٠	٢٩	١٨	٢٢	١٦	٨	١٢
النماص	٦	١٩	٢٦٠٠	٢٥	١٥	٢١	١٣	٦	٩
أبها	١٣	١٨	٢١٩٠	٢٦	١٥	٢١	١٥	٨	١٢
الوجه	١٤	٢٦	١٠	٣٣	٢٦	٢٩	٢٤	١٤	١٩
جدة	٣٠	٢١	١٧	٣٧	٢٧	٣٢	٢٩	٢٠	٢٤
ملاقي	٣	١٧	١٧٨	٤٠	٢٩	٣٤	٣٠	٢١	٢٦
صبيا	١٠	١٧	٤٠	٤٠	٢٨	٣٥	٣١	٢١	٢٦

المصدر: عبدالرحمن الشريف (١٩٧١م) جغرافية المملكة العربية السعودية

جدول (٣,٨). كميات الأمطار الساقطة في بعض محطات المملكة بالمليمترات.

المحطة	١٩٦٦	١٩٦٧	١٩٦٨	١٩٦٩	١٩٧٠	١٩٧١	١٩٧٢	١٩٧٣	١٩٧٤	المعدل السنوى
الظهران	٤٠	٣٣	٩٢	١٧٤	٥	٤٧	٧٧	١٤	١٣٦	٦٥
الهفوف	٣٠	٥٩	٥٩	١١٩	١٧	١٠٣	١٠٥	٢٧	٦٩	٦٥
سكاكا	—	١٦١	٩٩	٩٠	٧٥	٢٩	٥٨	٣٨	١٢٧	٨٥
حائل	٣٣	٦١	١٠٧	١٩٢	٢٧	٥٦	١٣٤	٥٨	١٦٥	٩٧
عنيزة	٥٨	١٤٩	١١٧	١٣٦	٩٩	١٥٧	٢٣٨	٨٥	١٥٠	١٣٢
الرياض	١٦	٢١٦	١١١	١٧٣	١٥	١٣٢	٢١١	٦٩	٧٥	١٠٨
السليل	٨	٥١	٤٣	٤٧	١٧	٢٩	٧٢	٤٧	١٨٠	٥٩
بيشة	٨١	—	٤٧٢	٦٩	٨٤	٥٣	١١٤	٦٧	٩٦	١٢٨
تبوك	٧١	١٠٧	١٢٧	٧٤	١٢٧	٢٣	٣٥	١٢	٧٨	٧٣
العلا	٣٧	٢٣	١٠٢	٢٥	٣٢	٤٩	٦٧	٢	٨٩	٤٧
المدينة	٢٦	٤	٧٢	٨٣	١٤	١٠٤	٤٠	١	٧٦	٤٠
الطائف	١٥٥	١٢٦	٤٥٣	٢٠٩	١٠٩	٢٦٠	٢١٣	١٠٥	٦٩	١٩٢
سحرتي	٢٠١	٤٤٣	٤٧٢	٤٣٦	٤١٥	١٨٥	٦٦٨	٣٣٦	٣٥٤	٣٩٠
النماص	٩٠	٤٣٩	٢٢٥	٥٤٢	٤٢٨	٣٦٧	٦٣٣	٤٠٤	٥٨٣	٤١٢
أبها	٥٥٨	—	٦٢٥	٣٧٠	٣٣٦	٢٢٠	٤٠٦	٢٥٩	٣٥٤	٣٩١
الوجه	٤٠	٢٢	٦٩	٨	١٢	٣٣	٩	١	—	٢٥
جدة	٦٦	٣٤	١٧٣	١٢٩	٦٨	١٠٦	١٠٤	٦٧	٢٣	٧٥
ملاقي	—	٤٨٧	٥١٤	٢٨٠	٢٥٧	٩٧	٤٠٦	٢٢٧	٤٤٢	٣٣٩
صبيا	٧٦	١٨٢	١٦٩	١٣٧	١١١	٥٩	٥٤	٣٣٣	٩٢	١١٠

المصدر: عبدالرحمن الشريف (١٩٧١م) جغرافية المملكة العربية السعودية.

ثانيًا: المياه الجوفية السطحية Shallow underground water

وأهم الأماكن التي تكثر بها هذه المياه هي تهامة عسير وتهامة الحجاز.

ثالثًا: المياه الجوفية العميقة Deep underground water

وهي تلك الميـاه التي تجمعت في باطن الأرض في شكـل أحـواض منـذ العصـور القـديمـة مثـل حوض الأفـلاج، وحـوض العـلا، وحـوض الـدواسـر. وتحتـوي هذه الأحواض على كميات ضخمة من المياه.

رابعًا: مياه العيون Spring water

وهى من أهم المصادر بالمملكة ويستفاد من بعضها في مجال الزراعة وأهمها:

١ - عيون الحجاز: مثل عين العزيزية، وعين زبيدة، وعين تيماء.

٢ - عيـون نجـد: وأهمها عيون الخرج، مثل عين أم سمحة، وعين الضلع، وعيون الأفلاج.

٣ - عيون الأحساء: مثل عين أم سبعة، عين نجم.

٤ - عيون الشمال: وأهمها عين السماح في حائل.

خامسًا: مياه المجاري Sewage effluent

بدأ العمـل في إنشـاء محطـات لتنقيـة مياه المجاري، في بعض مدن المملكة، مثل الرياض وجدة. ومن المقرر الاستفادة من هذه المياه بعد معالجتها كمصدر لمياه الري.

سادسًا: المياه المحلاة Desalinised water

أقيمت بعض المحطات لتحلية مياه البحر في عدة مدن بالمملكة مثل جدة، رابغ، الجبيـل، وتنحصـر الاستفـادة من هذه المياه للشرب وللاستعمال المنزلي. ولم يستفد منها بعـد في الـزراعة، لتكلفتها العالية، وما تزال المؤسسة العامة لتحلية المياه، توالي تنفيذ المزيد من محطات التحلية، وإجراء الدراسات للتوسع في هذا المجال.

وبالرغم من تعدد مصادر المياه بالمملكة العربية السعودية والتي سبق ذكرها، نجد أن كميـة هذه الميـاه غير كافيـة لتلبيـة الاحتياجات الزراعية، إما لشح الأمطار أو لعدم ترشيد استعمال مياه الري. ولذا فإن الوقت قد حان لإجراء تجارب المقننات المائية، في كثير من مدن المملكة، لمعرفة احتياجات المحاصيل المختلفة، على أسس علمية ثابتة.

كما أنه بعد تحديد هذه الاحتياجات المائية، لابد من توعية المزارعين، من خلال قنوات الإرشاد الزراعي المختلفة، بأهمية ترشيد استعمال مياه الري. وفي هذا منطلق للتوسع الزراعي الأفقي والرأسي بالمملكة.

(٣,٧,٥) المناطق الزراعية في المملكة Agricultural districts of the Kingdom

تبلغ مساحة المملكة (٢٢٥ مليون هكتار). وقد بينت الدراسات التى قامت بها وزارة الزراعة والمياه، والتي نشر ملخص لها عام ١٩٧٤م، تواجد حوالي مليون هكتار من الأراضي التي صنفت بصورة قاطعة، أرض زراعية جيدة، كما أشارت تلك الدراسات إلى تواجد حوالي ٣,٥ مليون هكتار صنفت بصورة مبدئية أرض قابلة للزراعة، ولكنها تحتاج إلى المزيد من الدراسات، لتحديد خواصها الزراعية بصورة دقيقة. ومن جانب آخر تقدر مساحة المراعي الطبيعية بحوالي ١٢٠ مليون هكتار، ومساحة الغابات بحوالي ٧٦٢ ألف هكتار.

وفقا لإحصائيات عام ١٩٧٥م الواردة في خطة التنمية الخمسية (١٩٧٥ - ١٩٨٠م). تقدر المساحة التي تمارس فيها الزراعة بنحو ٥٩٢ ألف هكتار، يتواجد معظمها في الأودية والسهول والواحات، حيث تتوفر مياه الري من السيول ومن الآبار الضحلة. وكذلك في مناطق الجنوب الغربي، حيث يتسنى الإنتاج الزراعي اعتمادا على الأمطار. هذا وفي خلال العقد الماضي تم اكتشاف كميات كبيرة من المخزون المائي في طبقات الأرض العميقة في العديد من جهات المملكة. مما أدى إلى انتشار الزراعة في مناطق لا ترتبط بالضرورة بمناطق الإنتاج التقليدية، ونتيجة لهذه الاكتشافات المائية قامت وزارة الزراعة والمياه باستصلاح وتوزيع ١٠٠ ألف هكتار من الأراضي الجديدة بحلول عام ١٩٨٠م. وتهدف الخطة الخمسية الحالية ١٩٨٠ - ١٩٨٥م إلى استصلاح وتوزيع ٨٠ ألف هكتار أخرى لأغراض الإنتاج الزراعي، الأمر الذي يوضح أن توفر الأراضي الزراعية لا يشكل عاملا محددا للزراعة في المملكة، بل يعود انخفاض نسبة المساحة المستغلة للإنتاج الزراعي، بالمقارنة مع المساحة القابلة للزراعة إلى قلة المياه.

تتـواجـد هذه الأراضي الـزراعيـة، متفـرقـة أو متجمعة في مواقع مختلفة في أرجاء المملكـة الشـاسعـة، حيث تتبـاين البيئة الزراعية من منطقة إلى أخرى، ومن جهة في المنطقة إلى جهة أخرى في ذات المنطقة، وذلك تبعا لاختلافات عوامل البيئة وتفاعلها مع بعضها البعض، في نطاق ضيق داخل كل منطقة.

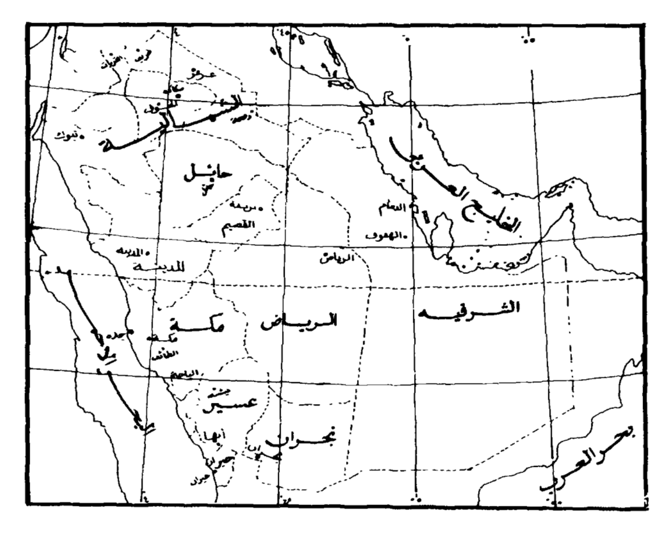
تقسم المملكة إلى إحدى عشر منطقة زراعية تبعا للتقسيم الإداري، الذي تعمل به وزارة الـزراعـة والميـاه. وهـو التقسيم الذي يعمل في حدوده المهندسون الزراعيون، ويتم في نطاقه جمع المعلومات والإحصائيات الزراعية **(شكل ٣,١١)**.

وفيما يلي نورد نبذة موجزة عن كل منطقة إدارية على حدة:

أولًا: الإمارة الشرقية Eastern emarat

تقـع هذه الإمـارة في أقصى الشـرق من المملكـة، وتشمـل واحـات الإحسـاء، والقطيف، وجبرين، ووادي الميـاه، وحـرض. يسـود فيهـا منـاخ وتضاريس الإقليم السـاحـلي الشرقي في حزئها المتاخم للخليج، كما يسود مناخ وتضاريس إقليم الهضاب في أجـزائهـا التي لا تتأثـر بالخليـج. وفي كلتـا الحالتين فإن المناخ يتسم بحدوث فصلين حراريين متبـاينـين، فالصيف حار إلى حار جدا والشتـاء معتـدل. أما الأمطار فقليلة جدا، ولا تكفي لممارسـة الـزراعـة، إلا أن هذه المنطقـة غنيـة بالمياه الجوفية السطحية، وعلى ذلك تتوفر بيئة زراعية صالحة لإنتاج المحاصيل على مدار السنة. ويتسنى إنتاج محاصيل المناطق المعتدلة الحولية شتاء، ومحاصيل المناطق الدافئة صيفا. بالإضافة إلى أشجـار الفـاكهـة المستديمة، وأهمها التمور التي تحتل حوالي ثلثي المساحة المحصولية. وتختلف هذه المنطقة عن بقية مناطق المملكة الأخرى من ناحية التركيب المحصولي في عدة أوجه أهمها:

١ - انخفاض أهمية المحاصيل الحقلية وخاصة في الشتاء.
٢ - زراعة الأرز على مستوى تجاري في فصل الصيف.
٣ - يحتل البرسيم الحجازي أكبر مساحة محصولية من بين محاصيل الحقل.



شكل (٣,١١). تقسيم المناطق الزراعية بالمملكة.

٤ ـ تحتل الخضر الجزء الأكبر من مساحة المحاصيل المؤقتة وبوجه خاص في فصل الشتاء حيث تشكل أكثر من ٩٠٪ من مساحة المحاصيل الشتوية.

ثانيًا: إمارة الرياض Riyadh emarat

تقع هذه الإمارة في إقليم الهضاب الداخلية الذى يتسم بالفروق الحرارية اليومية والموسمية الواسعة وبهطول الأمطار في فصلي الشتاء والربيع. وعلى ذلك، فإن مناخ هذه المنطقة يلائم محاصيل المناطق المعتدلة في الشتاء، ومحاصيل المناطق الدافئة في فصل الصيف، ويلائم كذلك عددا من محاصيل الفاكهة المستديمة الخضرة والمتساقطة. كما أن التساقط المائي، يكفي في معظم السنين، لنمو نباتات المراعي الطبيعية في المواقع المنخفضة، التي تتجمع فيها المياه السائلة من المواقع المرتفعة. هذا

وتجدر الإشارة إلى أن حدوث الصقيع في فصل الشتاء، وارتفاع درجة الحرارة إلى أكثر من ٤٥°م في بعض أيام الصيف، يمثلان عاملين محددين لزراعة بعض محاصيل المناطق المعتدلة شتاء، وبعض محاصيل المناطق الدافئة صيفا.

تعتمد الزراعة في هذه المنطقة على توفر مياه الري، ولذلك فإنها تتركز في الوديان والمناطق التي تتوفر فيها المياه الجوفية. وتشمل هذه المنطقة وادي حنيفة، ووادي نساح، ووادي حريملاء، ووادي الخنقة، ووادي الرين، ووادي القويعة، ووادي الدواسر، بالإضافة إلى وديان أخرى صغيرة.

وتعتبر التمور من أهم المحاصيل الدائمة (٨٦٪ من مساحة المحاصيل الدائمة)، يليها العنب ثم الموالح في مساحات صغيرة نسبيا. ويأتي القمح كأهم محصول موسمي وتزرع أنواع متعددة من محاصيل الحقل والخضر في فصلي الشتاء والصيف، كما سيأتي ذكره في فقرات لاحقة. ومما تجدر الإشارة إليه فإن اكتشاف المياه الجوفية العميقة في منطقة الرياض، قد أدى إلى انتشار المزارع الحديثة، التي اتجهت نحو إنتاج القمح بصورة رئيسية. كما اتجه بعضها نحو المنتجات الحيوانية، والخضر، لسد متطلبات الاستهلاك المتزايدة من هذه السلع في مدينة الرياض.

ثالثًا: إمارة القصيم Qassim eimarat

وتشمل عنيزة وبريدة والرس، وينتهي بالقرب من عنيزة وادي الرمة، الذي كانت تتركز فيه معظم الزراعات لتواجد المياه الجوفية السطحية. وتقع هذه الإمارة في إقليم الهضاب، ومناخها شبيه بمناخ إمارة الرياض، إلا أن معدلات الحرارة فيها أقل بقليل من مثيلاتها في منطقة الرياض. ولذلك يتزايد حدوث الصقيع في فصل الشتاء، ويكون أكثر ضررا لبعض محاصيل المناطق المعتدلة. كما تقل درجات الحرارة القصوى في فصل الصيف فتكون أقل ضررا لمحاصيل المناطق الدافئة.

تحتل التمور ٨٠٪ من مساحة المحاصيل الدائمة. وتزرع الموالح والعنب كمحاصيل ثانوية مع مساحات قليلة من الرمان والتين. أما المحاصيل المؤقتة، فتغلب

عليها الحبوب (القمح والشعير شتاء، والذرة الرفيعة صيفا)، كما تحتل محاصيل الأعلاف مكانة بارزة في النمط المحصولي. وتأتي الخضر في مرتبة متدنية، وذلك نسبة لبعد المنطقة عن مناطق الاستهلاك الكبيرة. هذا وقد ازدادت المزارع الحديثة في منطقة القصيم مؤخرا نتيجة لتوفر المياه الجوفية العميقة، إلا أن إنتاج هذه المزارع تركز بصورة رئيسية على محصول القمح.

رابعًا: إمارة حائل Hail emarat

تقع شمالي القصيم في إقليم الهضاب. ويتميز مناخها بانخفاض معدلات الحرارة، بالمقارنة مع منطقة القصيم. ولذلك يطول فيها فصل الشتاء، وتكثر الأيام التي يحدث فيها الصقيع، مما يجعل البيئة أقل ملاءمة للمحاصيل الموسمية، التي لا تقاوم درجات التجمد، ولمحاصيل الفاكهة المستديمة. أما فصل الصيف، فيكون قصيرا، وتنخفض فيه درجات الحرارة العظمى (معدل شهر يوليو ٣١°م)، وبذلك يكون أكثر ملاءمة لمحاصيل المناطق الدافئة.

وتعتمد الزراعة، في هذه المنطقة على مياه الري المستخرجة من الآبار السطحية والعميقة. وتشكل المحاصيل الدائمة حوالي ٥٧٪ من المساحة المحصولية، معظمها ٨٤٪ تمور ويحتل العنب وأشجار الفاكهة الأخرى بقية المساحة. ويلي أشجار الفاكهة في الأهمية، محاصيل الحقل، وأهمها القمح، يليه البرسيم الحجازي، والأعلاف. أما محاصيل الخضر، فتأتي في المرتبة الثالثة، وتكاد تكون محصورة خلال موسم الصيف لعدم ملاءمة البيئة الحرارية لها في موسم الشتاء.

خامسًا: الإمارة الشمالية Northern emarat

وتشمل مناطق الجوف والقريات وتبوك، حيث يجري وادي السرحان وروافده، كما تجري عدة أودية أخرى، مثل وادي عرعر، ووادي الروثية، ووادي المراء. والتي تتجه شرقا بالإضافة إلى الأودية التي تتجه نحو البحر الأحمر، وأهمها أودية عفال، والصدر، والسر، وداما ووادي المياه. وتقع هذه المنطقة جزئيا في الإقليم الساحلي

الغربي، إقليم المرتفعات الغربية، وإقليم الهضاب. وتتصف هذه الأقاليم بالجفاف، حيث يقل معدل الأمطار السنوي عن مائة مليمتر. والفروق الحرارية السنوية واسعة، حيث يبلغ معدل الحرارة الدنيا في شهر يناير ٣°م، ويبلغ معدل الحرارة القصوى في شهر يوليو **٣٩**°م، في مدينة تبوك.

والإمارة الشمالية، هي أصغر المناطق الزراعية في المملكة، من حيث المساحة المحصولية. وتحتل المحاصيل الدائمة ثلثي المساحة المحصولية، يشكل النخيل **٥٩**٪ منها، والعنب **٣٩**٪. وتأتي محاصيل الخضر في المرتبة الثانية، وتحتل محاصيل الحقل (القمح والبرسيم الحجازي) المرتبة الثالثة.

سادسًا: إمارة المدينة المنورة Medina emarat

تمتد هذه المنطقة من ساحل البحر الأحمر عبر المرتفعات الغربية إلى إقليم الهضاب وهي منطقة جافة، إذ أن معدل الهطول السنوى يقل عن **٥٠** مم. ولذلك تتركز الزراعة في الأودية (ومن أهمها أودية الفرع، والحمض، والجزل، والحناكية، وسد بدره والصفراء) وعلى الواحات (ومن أهمها خيبر وينبع النخل وتيماء والعلا). ويتصف المناخ عموما بارتفاع درجات الحرارة. ففي المدينة المنورة يبلغ معدل الحرارة الصغرى في شهر يناير ١٠ م، ولا يحدث الصقيع إلا نادرا. وفي شهر يوليو يرتفع معدل الحرارة العظمى إلى **٤٢**°م، وبذلك تتوفر بيئتان حراريتان في السنة إحداهما معتدلة والأخرى حارة إلى حارة جدا.

تعتبر منطقة المدينة المنورة، من المناطق الصغيرة من حيث المساحة المحصولية (٧٠ ألف دونم في موسم ١٩٧٨/٧٧م)، يحتل النخيل ثلثها، والقمح والأعلاف الموسمية ثلثها الثاني، بينما تزرع بقية المساحة بمحاصيل العنب، والبرسيم، والخضر الشتوية والصيفية.

سابعًا: إمارة مكة المكرمة Makkah emarat

تمتد هذه الإمارة من شواطيء البحر الأحمر، عبر المرتفعات الغربية، إلى إقليم الهضاب. وتشمل منطقة الطائف المتميزة بارتفاعها عن سطح البحر، وبهطول الأمطار، التي يبلغ معدلها السنوي ١٩٢ مم. كما تشمل وادي فاطمة، وأجزاء من وادي الليث، ووداي رابغ. وتتباين البيئة الزراعية تباينا كبيرا، تبعا لتغيرات التضاريس، وهطول الأمطار. وعلى ذلك تتاح بيئات مختلفة يصلح بعضها لزراعة أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق، ومحاصيل المناطق المعتدلة في الشتاء، ومحاصيل المناطق الدافئة صيفا. وبعض هذه البيئات لا يصلح إلا لزراعة محاصيل المناطق الدافئة صيفا وشتاء.

تعتبر إمارة مكة المكرمة من أكبر المناطق الزراعية في المملكة. ويتميز النشاط الزراعي بتنوع أساليب الإنتاج، وتنوع المحاصيل المزروعة. ويتميز التركيب المحصولي بارتفاع نسبة الحبوب، حيث يزرع القمح والشعير شتاء، ويزرع الدخن والذرة الرفيعة صيفا وشتاء، ريا أو بعلا. كما تزرع الذرة الشامية في فصل الصيف. أما الخضر فتزرع على مدار السنة. وفي حين تشكل التمور أهم المحاصيل الدائمة، نجد أن منطقة الطائف تتنوع فيها أشجار الفاكهة، حيث يزرع العنب والرمان والتين والخوخ.

ثامنًا: إمارة عسير Asir emarat

تشمل هذه الإمارة الجزء الجنوبي من إقليمي المرتفعات الغربية، والهضاب. وتتواجد فيها أكثر مناطق المملكة ارتفاعا عن سطح البحر. وتهطل فيها أكبر معدلات الأمطار (٤١٢ مم في النماص)، وخاصة في الجزء الغربي، وتقل كلما اتجهنا نحو الشرق. ولذلك يتباين المناخ في جهاتها المختلفة، متيحا بيئات زراعية تصلح لزراعة عدد كبير من المحاصيل النباتية، إما إعتمادًا على الأمطار، أو ريًّا. كما توجد أشجار الغابات، ونباتات المراعي، في الجزء الغربي من هذه المنطقة.

تشغل المحاصيل المؤقتة معظم المساحات المحصولية (٨٧٪). وتشكل الحبوب أهم هذه المحاصيل، حيث يزرع القمح والشعير شتاء، وتزرع الذرة الرفيعة والدخن في فصلي الشتاء والصيف. أما الزراعات الدائمة فيشكل النخيل معظمها (٨٠٪). وتحتل بقية المساحة أشجار الموالح والعنب، وبعض الأنواع الأخرى ذات الأهمية المنخفضة. وبالرغم من صلاحية المنطقة لزراعة الخضر، إلا أن المساحات المزروعة تعتبر صغيرة جدا بالمقارنة مع المساحة المحصولية.

تاسعًا: إمارة نجران Najran emarat

وتقع جزئيا في منطقة المرتفعات الغربية الداخلية، وفي الجزء الجنوبي من إقليم الهضاب، حيث تنخفض درجات الحرارة بوجه عام، وتقل معدلات الأمطار. ولذلك فإن الزراعة ترتكز على مياه الري التي تتوفر من الأودية الرئيسية الثلاثة ـ وادي نجران وعطنان وحيونه.

يتصف التركيب المحصولي في هذه المنطقة بانخفاض نسبة المحاصيل الدائمة (١٥٪) والتي يشكل النخيل ٩٢٪ منها، وتحتل محاصيل الحقل ـ بسيادة محصول القمح، يليه البرسيم الحجازي والأعلاف ـ معظم المساحات المحصولية. وتجيء محاصيل الخضر وسطا بين المحاصيل الدائمة ومحاصيل الحقل، من حيث المساحة المحصولية. ويزرع الجزء الأكبر منها في فصل الشتاء.

عاشرًا: إمارة الباحة Al-Baha emarat

وتقع في إقليم المرتفعات الغربية. حيث يصل معدل هطول الأمطار السنوي ٣٩٠ مم، في بلجرشي. وتنخفض درجات الحرارة تبعا للارتفاع، وخاصة في فصل الصيف. ففي مدينة بلجرشي (٢٤٠٠ م فوق سطح البحر) يبلغ معدل الحرارة العظمى والصغرى ٢٩°م و١٨°م عل التوالي. ويقل معدل هطول الأمطار، كما ترتفع معدلات الحرارة في المواقع التي يقل ارتفاعها عن بلجرشي. ولذلك تتوفر في هذه الإمارة بيئات زراعية متعددة تلائم مجموعة من المحاصيل النباتية ذات الاحتياجات المختلفة، كما تتسبب الأمطار في نمو أشجار الغابات ونباتات المراعي.

العمليات الزراعية*
Cultural Practices

● اختيـار المحصـول ● إعـداد الأرض ● طرق الـزراعـة ● ري المحـاصيـل ● الترقيع ● خف النباتات ● العزيق ● التسميد ● التقليم ● خف الثـار ● الحمـل المتبـادل أو المعـاومة في أشجار الفاكهة ● الآفات الزراعية ● الحشائش

إن الإنتاج الأمثل للمحاصيل الزراعية المختلفة، الحقلية منها والبستانية، يتوقف على عدة عوامـل هي: الـتركيب الـوراثي، والبيئـة التي ينمـو فيهـا المحصول، والعمليات الـزراعيـة المختلفة، من تجهيز وتحضير للأرض، وطرق زراعة، وري وتسميد، وتقليم ومقاومة للآفات.

وهذه العلميات الزراعية المختلفة، لابد من القيام بها على الوجه الأكمل، حتى تتوفر الظروف المثلي، للحصول على أعلى إنتاج يحقق أكبر عائد اقتصادي.

(٤, ١) اختبار المحصول Choice of Crop

المحصول بمعناه العام هو عبارة عن مجموعة من النباتات يزرعها الإنسان ويرعاها أو يرعاها دون أن يكون قد زرعها بهدف الحصول على المواد التي تنتجها. وعلى ذلك

*عبدالرحمن الطيب عبدالحفيظ، حسن إبراهيم سيد، طه عبدالله نصر كمال عبدالله حسن عقباوي، محمد عبدالرحيم شاهين ومحمود محمد حبيب

فإن المحصول يمثل الوسيلة التي يستخدمها الإنسان لاستغلال الموارد الزراعية المتوفرة في أي موقع معين من الأرض. ويعتمد اختيار المحصول على عوامل متعددة ومتداخلة، تتباين من موقع لآخر، وتتغير بمرور الزمن، تبعا للتغيرات التي تحدث في محددات الإنتاج الرئيسية الأربعة: الموارد الزراعية الطبيعية والاصطناعية، ومتطلبات النبات من تلك الموارد، ومقدرة الإنسان على التحكم في التوفيق بين الموارد الزراعية ومتطلبات النبات، ورغبات الإنسان في الحصول على المنتوجات. وتختلف الاعتبارات التي تحدد نوع المحصول باختلاف تاريخ استغلال الأرض ودرجة تطوير الموارد فيها. ونظرا إلى أن تطور الزراعة بالمملكة العربية السعودية، في الوقت الراهن، يشتمل على توسع أفقي، يستهدف استزراع مساحات جديدة لم تخضع من قبل للاستغلال. كما ويشمل على تحديث الزراعة في الأراضي المستغلة من قبل. فسوف نتناول في هذا الجزء من الكتاب العوامل التي تحدد اختيار المحصول في المراحل المختلفة لتطوير الزراعة.

(٤,١,١) عوامل المناخ Climatic factors

سبق شرح الدور الذي تلعبه عوامل المناخ في الإنتاج الزراعي في الباب الثالث، ويقف عاملا الحرارة والرطوبة كأهم عاملين مناخيين، حيث يحددان معا، بصورة تكاد تكون مطلقة، نوع النبات الذي يمكن أن يزرع، أو النوع الذي يمكن أن يرعى ويحصد، دون أن يقوم الإنسان بزراعته تحت ظروف المناخ الطبيعية. هذا وتجدر الإشارة إلى أن عوامل المناخ لا تخضع إلى تحكم الإنسان، إلا في حدود ضيقة تحت ظروف الزراعة المكشوفة.

(٤,١,٢) عوامل التربة Edaphic factors

تحدد التربة صلاحية استغلال الموقع للإنتاج الزراعي، بغض النظر عن توافر العوامل الأخرى كما تحدد التربة نوع النشاط الزراعي، الذي يمكن أن تتم ممارسته بصورة متصلة، وذلك لسببين رئيسيين: أولهما: مقدرة التربة على إنتاج المحاصيل المختلفة، وارتباط هذه المقدرة بمتطلبات نباتات المحصول. وثانيهما: وجوب صيانة

التربة من الانجراف والتدهور، الأمر الذي قد يتعارض مع العمليات الزراعية التي يتطلبها إنتاج بعض المحاصيل. ولذلك نجد، بصورة عامة، أن التربة ذات القدرات الإنتاجية المنخفضة، أو التي تغطي سطحها الحجارة التي تعيق إجراء العمليات الزراعية، تستغل لإنتاج أشجار الغابات والمراعي الطبيعية. ذلك لأن هذه النباتات بحكم قوه جذورها، وديمومتها النسبية في الأرض، وقلة حاجتها لعمليات الخدمة، وشده تحملها نسبيا لظروف التربة المتباينة، تشكل أفضل أداة لاستغلال مثل هذه التربة التى لا تصلح لإنتاج المحاصيل الأخرى. وتأتي أشجار الفاكهة وسطا في متطلباتها للصفات الجيدة في التربة، بين أشجار الغابات ونباتات المراعي الطبيعية من جهة، ومحاصيل الحقل والخضر من جهة أخرى. فيمكن زراعتها في التربة متوسطة الخصوبة. وتلك التي يتواجد على سطحها بعض أجزاء التربة الخشنة مثل الأحجار الصغيرة. ويعود تفضيل أشحار الفاكهة على غيرها من المحاصيل في التربة المتوسطة، للأسباب الرئيسية الموردة أدناه:

١ - غالبا ما تعطي أشجار الفاكهة عائدا أكبر، يتحقق في فترة أقصر من عائد أشجار الغابات والمراعي الطبيعية.

٢ - جذور أشجار الفاكهة أوسع انتشارا، وأكثر تعمقا، من جذور نباتات الحقل والخضر، مما يمكنها من استغلال حجم أكبر من التربة، بالإضافة إلى استمرار امتصاصها للعناصر الغذائية خلال فترات طويلة، بالمقارنة مع محاصيل الحقل والخضر. وبذلك تستطيع الحصول على حاجتها من العناصر الغذائية من التربة متوسطة الخصوبة.

٣ - تستطيع أشجار الفاكهة المطعومة على أصول خاصة، مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة.

٤ - قلة حاجة البساتين للعمليات السنوية المتكررة المتعلقة بتجهيز الأرض بالمقارنة مع محاصيل الحقل والخضر.

٥ - نظرا لأن محاصيل الفاكهة تعمِّر في الأرض، فمن الممكن العمل على رفع القدرة الإنتاجية للتربة بصورة متزايدة، عن طريق تراكم مفعول المعاملات الزراعية السوية، الهادفة إلى تحسين صفات التربة، وإزالة العوائق منها.

هذا وتجدر الإشارة إلى أن معظم أشجار الفاكهة تعطي إنتاجا أوفر وأجود، إذا ما زرعت في الأراضي عالية الخصوبة. إلا أنها، في ذات الوقت، أقدر من محاصيل الحقل والخضر على استغلال التربة متوسطة الخصوبة.

(٣، ١، ٤) الطبوغرافية Topography

بالإضافة إلى ما تم توضيحه في الباب الثالث، تلعب الطبوغرافية دورا هاما في اختيار المحصول، من خلال تأثيرها على التربة من ناحيتي النوع، والتعرض للانجراف، وكذلك من خلال تأثيرها على إمكانية إجراء العمليات الزراعية، وبخاصة الآلية منها. وتتوجب الإشارة هنا إلى أن تكرار العمليات الزراعية بصورة غير سليمة، في الأراضي المنحدرة قد أفقد كثيرا من بلاد العالم مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية نتيجة لانجراف التربة. ولا توجد مقاييس قاطعة محددة للربط بين الطبوغرافية والمحصول الذي تجب زراعته نسبة لاختلاف نوع التضاريس من مكان لآخر. وكذلك نسبة للعوامل البيئية الأخرى السائدة، والمعاملات الزراعية المطلوبة. إلا أن المتبع في كثير من جهات العالم، هو زراعة محاصيل الحقل والخضر في الأراضي التي لا تزيد فيها درجة الانحدار عن ٨٪. وزراعة محاصيل الفاكهة في الأراضي التي تتراوح درجة الانحدار فيها ما بين ٨ ـ ١٥٪. وتترك الأراضي شديدة الانحدار (أكثر من ١٥٪) لأشجار الغابات والمراعي. وبصفة عامة نجد أنه إذا زاد الانحدار عن ٢٥٪، يصعب جدا استغلال الموارد الزراعية، نسبة لصعوبة الوصول إلى الموقع، وصعوبة ترحيل المنتوج الزراعي إلى مناطق الاستهلاك. وتتوجب الإشارة هنا إلى أن استزراع الأراضي المنحدرة، يتطلب القيام بعمليات لصيانة التربة من الانجراف، تحدد وفقا لدرجة الانحدار، وتتراوح من الخطوط الترابية الكنتورية البسيطة، إلى الجدران الاستنادية الحجرية، التي يتم بموجبها تكوين المدرجات على المنحدرات.

(٤ , ١ , ٤) الغرض من زراعة أو رعاية المحصول Purpose of raising the crop

بالرغم من أن الغرض من استغلال الموارد المتاحة تحدده عوامل أخرى عديدة، إلا أن الغــرض نفســه يلعب دورا بارزا في تحديـد المحصــول الـذي يزرع أو يرعى. ومن الأغراض المتباينة التي يمكن أن تحدد المحصول:

١ - إنتـاج مواد ضروريـة لاستعـمالهـا في الغذاء والكساء والمأوى، على مستوى المزرعة والمنطقة المجاورة، كما هو الحال في جهات العالم الأقل تطورا.

٢ - إنتاج مواد بعينها بغرض تسويقها والحصول على العائد النقدي، وهو غرض الزراعة الحديثة.

٣ - حماية البيئة الطبيعية، وبخاصة نظامي البيئة النباتية والحيوانية.

٤ - استغلال المنتوجات الطبيعية النباتية والحيوانية.

٥ - أغراض الترفيه.

وقــد تتعـدد الأغـراض بالنسبـة لأي بقعـة معينـة من الأرض، فتتعـدد تبعـا لها المحاصيل المختارة.

(٤ , ١ , ٥) الموقع Location

يلعب موقـع الأرض الـزراعيـة دورا كبيرا في اختيار المحصول، من خلال قربه أو بعـده من مراكـز الاستهلاك، في نفس القطر، أو بالنسبة للأقطار الأخرى، مما ينعكس أثره على الوقت اللازم، والتكلفة لترحيل المواد المنتجة. فبصورة عامة نجد أن المزارع القـريبـة من المـدن، هي الأنسب لإنتـاج محاصيل الخضر والفاكهة الطازجة والألبان. وهي منتجات تتعرض للتلف السريع إذا ما طالت الفترة بين إنتاجها واستهلاكها. كما أن بعض المحاصيل الصناعية، مثل قصب السكر وبنجر السكر، لا تتسنى زراعتها إلا على مقـربـة من مصـانـع السكـر. ومن جانب آخر، فإن منتوجات الغابات ومحاصيل الحبوب، لا تتأثر كثيرا بالموقع، نسبة لتحملها التخزين والترحيل دون أن يصيبها تلف يذكر.

وفي الماضي كان الموقع عاملا رئيسيا محددا لنوع المحصول الذي يزرع، إلا أن أهمية الموقع قد تناقصت بشكل ملحوظ، مع التطور الهائل للطرق ووسائل النقل. وقد حد أيضا من أهمية الموقع، التقدم التكنولوجي العظيم في وسائل التبريد الثابتة والمتنقلة، مما مكن من حفظ المواد الزراعية بصورتها الطازجة لمدة أطول، تنقل خلالها إلى مسافات بعيدة دون أن يصيبها التلف.

(٤,١,٦) الاعتبارات الخاصة بالمزرعة Special circumstances of the farm

بالإضافة إلى العوامل السابقة، فإن هناك اعتبارات عديدة تلعب دورها في اختيار المحصول على نطاق المزرعة نذكر منها:

١ - الاعتبارات المجتمعية، مثل نظام حيازة الأرض، والعرف السائد، والعادات والتقاليد، المتصلة بمحاصيل معينة.

٢ - توفر مياه الري من حيث الكمية، والنوع، وفترة الوفرة خلال السنة.

٣ - توافر البنية الأساسية المتصلة بالإنتاج الزراعي، مثل الطاقة الكهربائية، وشبكات الري والصرف، والسدود.

٤ - توافر وفعالية البنية المؤسسية، وبصفة خاصة مؤسسات الخدمات الزراعية، مثل محطات البحوث الزراعية، والإرشاد الزراعي والتسليف والتسويق، وخدمات وقاية المحاصيل.. الخ.

٥ - توافر القوى البشرية والآلات الزراعية.

٦ - توافر مدخلات الإنتاج المطلوبة، مثل الأسمدة والبذور الجيدة.. الخ.

٧ - التاريخ الزراعي للمزرعة، وتجربة المُزارع عن مدى نجاحه في إنتاج المحاصيل المختلفة.

٨ - ملاءمة المحصول لنظام تتابع المحاصيل في الحقول المختلفة.

٩ - تواجد آفات لا يمكن مكافحتها.

١٠ - مقدرات المزارع المالية والإدارية.

١١ - كمية وجودة المنتوج الذي يحصل عليه المزارع من وحدة الأرض.

١٢ - ولعل في النهاية تكون حصيلة كل هذه الاعتبارات، حجم وميعاد ما يحصل عليه المزارع من عائد صاف، عن الجهد الذي يبذله لإنتاج محصول معين. وهو أهم أهداف المزارع.

ومن الواجب أن ننبه هنا إلى اختلاف أثر هذه العوامل، من موقع لآخر. ففي بعض الأحيان تكون العوامل المؤثرة على نمو النباتات، هي العوامل الأهم في اختيار المحصول. وفي مواقع أخرى، يكون ثقل العوامل الاقتصادية هو المرجع الأول للمحصول الذي يجب أن يزرع. هذا وقد يتسبب تقدم التكنولوجيا وأساليب التحكم في البيئة وفي النبات، في تغيير أثر بعض العوامل المحددة، فيصبح بذلك ممكنا زراعة محصول لم تتوفر له إمكانيات الإنتاج في الماضي.

(٢ , ٤) إعداد الأرض Land Preparation

يقصد بعبارة إعداد الأرض: تهيئة المساحة المراد زراعتها بأي محصول معين، بحيث تتوفر فيها أنسب الظروف اللازمة للآتي:

١ - وضع أجزاء التكاثر أو النباتات التي تستعمل لتأسيس المحصول.

٢ - إنبات وظهور البادرات ونمو نباتات المحصول.

٣ - تسهيل العمليات الزراعية التي تتطلبها رعاية المحصول منذ زراعته حتى حصاده.

ويتطلب تجهيز الأرض بصورة عامة العمليات المتعلقة بأوجه الإنتاج الأولية الموضحة أدناه (الخشن وحبيب، ١٩٧٨) وهي:

١ - تمهيد الموقع لتسهيل القيام بالعمليات الزراعية اللاحقة، وذلك عن طريق إزالة أو معالجة كل ما يحول دون إجراء العمليات اللازمة للإنتاج، مثل النباتات البرية النامية بصورة طبيعية، بقايا المحصول السابق (جافة كانت أم خضراء)، الحجارة.. الخ.

٢ - صيانة التربة من التعرية والانجراف.

٣ - رفع القدرة الإنتاجية للتربة، من خلال المعاملات التي تهدف إلى تحسين صفات التربة طبيعيا وكيميائيا وحيويا.

٤ - مكافحة الآفات قبل زراعة المحصول.

٥ - تحسين مستوى الرطوبة في الأرض.

٦ - تهيئة الأرض لتسهيل ريها طبيعيا أو اصطناعيا.

٧ - تهيئة الأرض لإجراء عمليات رعاية المحصول وحصاده.

وتختلف عمليات إعداد الأرض اختلافا كبيرا تبعا للتباين الواسع بين العوامل التالية:

١ - خصائص ومتطلبات أجزاء التكاثر والنباتات، التي تستعمل لتأسيس المحصول.

٢ - خصائص ومتطلبات المحصول المراد زراعته.

٣ - عوامل المناخ السائدة قبل زراعة المحصول، وأثناء نموه.

٤ - خصائص التربة، وميول سطحها، وحالتها العامة عند البدء في تجهيزها.

٥ - نظام الزراعة وأساليب الإنتاج المتبعة (بما في ذلك نظام ري المحصول).

٦ - الإمكانيات المتوفرة لدى المزارع.

وبناء على ما سبق تبيانه، فإنه من العسير الخوض في مسألة تجهيز الأرض بالتفصيل الذي يتناول كل المحاصيل، وكل أنواع المواقع. وسنكتفي في هذا الجزء من الباب بتوضيح المباديء الأساسية والمعاملات الرئيسية المستعملة في اعداد الأرض للزروع المختلفة.

(٤, ٢, ١) إعداد الأرض الجديدة للاستزراع

Preparation of new land for cropping

عندما يراد استزراع مساحة جديدة، يتم إعداد الأرض بأساليب مختلفة تماما عن تلك التي تستعمل في الأراضي التي زرعت مر قبل. وتخضع هذه الأساليب والمعاملات الواجب القيام بها لدراسة تفصيلية تشمل: نوع التربة وخصائصها، وكذلك ميول سطحها، وتواجد النباتات الطبيعية، والعوائق الأخرى، التي تؤثر على العمليات الزراعية. ثم تربط نتائج هذه الدراسات مع متطلبات الحاصلات الزراعية المزمع إنتاجها، ومن ثم تحدد العمليات اللازمة لإعداد الأرض.

ونأتي عمليات إزالة الأشجار والعوائق الأخرى (land clearance)، كأولى العمليات التي تتم في الأراضي الجديدة، التي يراد زراعتها بمحاصيل الحقل والخضر والفاكهة، ثم تأتي عمليات تحسين صفات التربة وصيانتها من الانجراف. وقد تشمل هذه العمليات الحرث العميق (deep ploughing or subsoiling)، إلى عمق يتراوح بين (٣٠ ـ ١٢٠ سم) لتفكيك التربة. وفي المناطق التي تتكون فيها الرمال المنقولة على سطح التربة الأصلية، ربما يكون من الضروري خلط التربة عن طريق قلب الطبقة الرملية السطحية، بواسطة المحاريث القلابة الكبيرة، والتي لا تستعمل عادة في حرث الأراضي الزراعية القديمة. وفي نفس الوقت تتم عمليات صيانة التربة وإنشاء قنوات الري الرئيسية والفرعية، ومجاري صرف المياه الفائضة عندما تدعو الحاجة لها. وفي غالب الأحيان يتم تخطيط الأرض لأغراض الاستغلال المختلفة، فتحدد أماكن المنشآت والطرق. وتخطط الحقول بما يتناسب مع نظام الري، وأسلوب الزراعة المزمع اتباعه.

(٤, ٢, ٢) تحضير المهد للمحاصيل الموسمية Seed-bed preparation for annual crops

يقصد بالمهد أو المرقد: الجزء العلوي من التربة الذي توضع فيه تقاوي الحاصلات وقت زراعتها. وتستعمل هذه العبارة بصفة خاصة لأراضي محاصيل الحقل

والخضر، كما تستعمل في بعض الأحيان لأراضي المشاتل. وتختلف الحاصلات الزراعية من حيث متطلباتها للمرقد، تبعا لاختلاف أجزاء التكاثر، من حيث النوع (بذور ـ عقل ـ درنات ـ أبصال ـ بلابل.. الخ) والحجم، والخصائص الطبيعية والحيوية. فإذا ما أضفنا إلى ذلك اختلاف العوامل الطبيعية والاصطناعية الأخرى، التي تلعب دورا هاما في تحديد عمليات تجهيز الأرض وتوفر مجموعة كبيرة من الآلات والمركبات الكيماوية التي تعامل بها الأرض. وكذلك اقتصاديات العمل الزراعي. إذا ما أخذنا كل ذلك في الحسبان، لاتضح لنا اتساع مجال وضع المواصفات والأساليب للمعاملات اللازمة لتجهيز المهد لأنواع الحاصلات المختلفة، في النظم البيئية المتباينة. بيد أن هنالك خصائص عامة يجب أن تتوفر في المهد الجيد، سنتناولها في الأجزاء التالية من هذا الباب، تاركين التعمق والتخصيص، حيث يتسع لهما المجال في علوم الهندسة الزراعية، وعلوم إنتاج الحاصلات الزراعية المتخصصة:

١ - تكون التربة هشة ولكنها متماسكة. وتتكون من حبيبات وسطا في البناء بحيث يتوافر الهواء بينها وفي ذات الوقت تمكِّن أكبر جزء من سطح البذرة الخارجي من ملامستها، لضمان سرعة امتصاص أكبر قدر من الماء. فالمهد الصلب لا يمكن للريشة والجذير النابتين من اختراقه. والمهد المفكك جدا لا تثبت فيه جذور البادرات. كما أن شدة نعومة التربة قد تعرض سطحها لتكوين قشرة، تحد من نفاذية الهواء، وتعيق ظهور البادرات. والكتل الكبيرة في المهد تعيق عملية وضع البذور بانتظام في التربة، وتقتل البادرات الصغيرة التي تنبت تحتها.

٢ - إن الاستفادة من بقايا المحصول عن طريق خلطه وتحلله في التربة، أمر يجب أن نسعي له لتحسين صفات التربة الطبيعية والكيماوية والحيوية، وذلك من خلال عمليات تحضير المهد في معظم الحالات. بيد أنه من الواجب التخلص من بقايا المحصول في بعض الحالات، إذا كانت هذه البقايا تشكِّل عائقا لعمليات تحضير المهد أو الزراعة. أو إذا كانت عائلة لبعض الآفات، التي تنتقل من موسم لآخر عن طريق بقايا المحاصيل.

٣ - يجب أن يكون المهد خاليا من الحشائش، حتى تبدأ نباتات المحصول نموها دون منافسة من حشائش تكبرها في العمر وتتفوق عليها من حيث المقدرة على المنافسة. وعادة يتم التركيز على إزالة الحشائش كهدف أساسي من أهداف تحضير المهد الجيد، بسبب غياب نباتات المحصول، وسهولة مكافحة الحشائش، قبل بدء موسم الزراعة، الذي تتوفر فيه الظروف البيئية الملائمة لنمو نباتات الحشائش.

٤ - يجب أن يكون سطح الأرض مهيأ لتسهيل: عملية نقل مياه الري، وانتظام توزيعها على جميع أجزاء الحقل، وتبعا لنظام الري المستعمل، قد يستدعي ذلك تسوية سطح الأرض، وعمل الميول اللازمة، وإنشاء قنوات الحقل. وفي الحالات الخاصة، التي يتوجب معها صرف المياه الفائضة، يهيأ المهد أيضا لتسهيل الصرف.

٥ - تحت ظروف الزراعة المطرية، في المناطق القاحلة، يجب أن تتوفر في المهد الجيد الرطوبة المناسبة للإنبات والنمو كما يجب أن يهيأ المهد لاكتساب أكبر قدر من مياه الأمطار، وتهيأ التربة لتشرب وحفظ مياه الأمطار المكتسبة. وفي هذه المناطق وخاصة عندما ينخفض معدل الأمطار السنوي عن **٣٧٥** مم قد يستدعي توفير الرطوبة المناسبة في التربة، تبوير الأرض لمدة عام كامل، تخدم خلاله الأرض، لتفكيك سطحها بالآلات الخفيفة، لمنع نمو الحشائش التي تستهلك المياه المخزونة في التربة، وكذلك للحد من تبخر المياه.

(٣، ٢، ٤) إعداد الأرض لبساتين الفاكهة Land preparation for orchards

يختلف إعداد أرض بساتين الفاكهة عن أرض محاصيل الحقل والخضر. وينشأ هذا الاختلاف بصفة رئيسية عن:

أولا: طول فترة حياة النباتات

وبقائها في نفس البقعة من الأرض. فمحاصيل الحقل والخضر ومعظمها حولية، تبقى في الأرض لموسم واحد، ونادرا ما تمكث في الأرض لعام كامل أو أكثر، بينما تبقى نباتات الفاكهة في نفس البقعة من الأرض لبضع سنين، كما في أشجار الفاكهة ذات

النواة الحجرية (المشمش - البرقوق - الخوخ - اللوز) أو أشجار الموز والعنب. وقد تعيش أشجار بعض أنواع الفاكهة أكثر من مائة عام، مثل أشجار المانجو والزيتون.

ثانيا: اختلاف كثافة زراعة النباتات

فأشجار الفاكهة تزرع على مسافات متباعدة نسبيا، ونباتات محاصيل الحقل والخضر تزرع عادة بكثافة عالية على مسافات متقاربة.

ثالثا: اختلاف طبيعة نمو النباتات في الحجم والشكل وخصائص الإزهار والإثمار وبالتالي اختلاف المعاملات التي تتطلبها رعاية المحصول في أطواره المختلفة.

وعلى ذلك نجد أن عمليات إعداد البساتين، تهتم بصفة خاصة بالمسائل التالية:

١ - إعداد مستوى سطح أرض البستان بصورة مكتملة وشبه دائمة لأغراض صيانة التربة، وتوزيع مياه الري، والتخلص من المياه الفائضة، بصورة تتوافق مع الأساليب المزمع اتباعها لتوزيع الأشجار في المساحة المخصصة للبستان.

٢ - تخطيط البستان لتحديد مساحته، وجوانبه. وتحديد أماكن الأسيجة سواء بالمواد المانعة للدخول، أو بزراعة النباتات التي تصلح لأن تكون سياجا. وكذلك تخطط أماكن أشجار مصدات الرياح والطرق. وتحدد بشكل دقيق المواقع التي ستغرس فيها الأشجار تبعا للنوع أو الصنف المراد زراعته وفقا للطريقة المرغوبة للزراعة.

٣ - تعد الجُوَرْ لغرس شتلات الأشجار، ويختلف حجم الجورة تبعا لنوع الأرض، ولنوع وحجم الشتلة المراد غرسها. وعند تجهيز الجور، يراعى أن يكون اتساعها وعمقها، بحيث يمكِّنان من وضع المجموع الجذري في موضعه الطبيعي، بالنسبة للشتلات التي تنقل ملشا، أو وضع الشتلة مع كامل كتلة الطين في حالة الشتلات التي تنقل بصلايا. إذ يفضل أن توضع الشتلة في عمق يقارب عمقها في المشتل. وعادة ما تحضر الجور في الأراضي الرملية أو الخفيفة متسعة وعميقة نسبيا. ويفضل أن يوضع مخلوط من تربة جيدة وسماد بلدي في قاع الجورة، لتوفير العناصر الغذائية للشتلات في أطوار حياتها الأولى.

(٤,٢,٤) إعداد الأرض لزراعة أشجار الغابات
Preparation of land for planting forest trees

يتم تجهيز الأرض لزراعة أشجار الغابات وفقا لدراسات الموقع التي جاء ذكرها في الفقرة (٤,٢,١)، بالإضافة إلى اعتبارات أخرى تتعلق بأساليب وفنون إنتاج الغابات، وبخاصة تحت ظروف الجفاف، التي تسود معظم مناطق العالم العربي بشكل عام، والغالبية العظمى من المملكة العربية السعودية بشكل خاص.

وتختلف أساليب تجهيز الأرض لزراعة أشجار الغابات باختلاف الغرض الذي تزرع من أجله الأشجار. ولعل من أهم الأغراض لزراعة أشجار الغابات في المناطق القاحلة، صيانة التربة من الانجراف، بما في ذلك تثبيت الكثبان الرملية. وكذلك حماية الحاصلات الزراعية من عوامل المناخ القاسية مثل الرياح. ويجيء غرض زراعة الغابات لإنتاج الأخشاب وللأغراض الأخرى في مرحلة ثانوية. ومن الجدير بالذكر أن تحضير الأرض لزراعة أشجار الغابات يتطلب، بالإضافة إلى اعتبارات اختلاف الغرض، قدرا كبيرا من الخبرة والتقدير الشخصي، للتوفيق بين حاجات النباتات، والغرض من زراعتها، وظروف المواقع المتباينة. ذلك لأنه بالرغم من أن الأسس الجوهرية التي تتم بموجبها الزراعة، لا تتغير من مكان لآخر. إلا أن الظروف المحلية للموقع تؤثر على هذه الأسس بالدرجة التي تستوجب تعديلها. ومن أبرز تغيرات الظروف المحلية للموقع اختلاف التربة والانحدارات واختلافات أشكال وأحجام الكثبان الرملية. وبصورة عامة، يتم تحضير الأرض للتشجير بالطرق التالية:

١ - إزالة الأعشاب والشجيرات من مواقع الزراعة

وفي الغالب تتم هذه العملية، عن طريق حرق الأعشاب والشجيرات، ثم قطع جذور الشجيرات. ولابد من الحيطة اللازمة للحيلولة دون انتشار النار خارج موقع التشجير. وقد يكون من المستحسن، في بعض المواقع المنحدرة والوعرة، الاحتفاظ ببعض الأشجار النامية للاستفادة منها لأغراض صيانة التربة، فتترك إما منفردة، أو في شكل مجموعات منتظمة، أو غير منتظمة، حسبما يقتضيه توزيعها الطبيعي.

٢ - إقامة أعمال صيانة التربة اللازمة في الأماكن شديدة الانحدار

وفي الحالات التي تستدعي صيانة التربة إنشاء مصاطب تجهز بالصورة التي توافق الأشجار المزمع زراعتها.

٣ - حفر الجور على الأبعاد وبالانتظام المفضل لزراعة الأشجار (أبعاد الحفر من ٣٠ ـ ٤٠ سم تبعا لنوع التربة)

وفي الأماكن التي تنشأ فيها المصاطب وخاصة عند اتباع طريقة البذر المباشر قد يستعاض عن الحفر الفردية بحفر خندق على امتداد الجانب السفلي من المصطبة وتتم الزراعة في باطن الخندق.

(٤,٣) طرق الزراعة Methods of Planting

(٤,٣,١) الزراعة بالبذور Sowing with seeds

تزرع البذور بطرق مختلفة يمكن إيجازها فيما يلي:

١ - الزراعة في أوان خاصة كالأصص أو المواجير (Pots) أو صناديق الإنبات الخشبية (Flats)

وتستعمل في حالة ما إذا كانت كمية البذور قليلة، وحجمها صغير، مثل بذور بعض أنواع الفاكهة، وبذور بعض نباتات الزينة، وبذور بعض أشجار الغابات. أو إذا كانت تربة مراقد البذرة ثقيلة أو ملحية. كما تستعمل هذه الطريقة لزراعة بعض أنواع الأشجار ذات الجذور الوتدية العميقة مثل بعض أنواع الصنوبريات.

وتملأ الأواني الخاصة، بعد تغطية القاع بطبقة من الحصى الخشن لسهولة الصرف، بتربة خفيفة كالطمي الناعم، أو بمخلوط الطمي والرمل والمواد العضوية، إلى قرب الحافة بحوالي ٥ سم. وتدك التربة نوعا، ويسوى سطحها جيدا، ثم تبذر البذور بحيث لا تكون متكاثفة. وتغطى بعد ذلك بطبقة من الطمي الناعم سمكها حوالي $\frac{1}{2}$ سم، ثم تضغط بأصابع اليد، وتروى برشاش، مع موالاة الري حتى لا تجف التربة ويفشل الإنبات.

وفي الصناديق، قد تزرع البذرة في سطور، تبعد عن بعضها ٥ سم، وتسر البذور في هذه السطور بحيث لا تكون متكاثفة. وتغطى كذلك بطبقة من الطمي الناعم سمكها حوالي $\frac{1}{2}$ سم تقريبا، وتروى كما سبق.

٢ - الزراعة في أحواض (Plots)

تعزق الأرض جيدا، وتنقى الحشائش، ثم تسوى وتنعم. وبعد ذلك تقسم إلى أحواض، تختلف أبعادها حسب المحصول والبيئة. وتزرع البذور في الأحواض بطريقة النثر. ويمكن إقامة الأحواض بمساعدة البتانة أو بالطرق الآلية. وتكون الزراعة في أحواض، في محاصيل الحقل ذات النباتات الصغيرة الحجم نسبيا، والتي لا يحتاج فيها النبات الواحد إلى حيز كبير من الأرض. وتستعمل كذلك في زراعة بذور بعض أنواع الخضر وبذور بعض نباتات الزينة، وبذور أشجار الفاكهة لغرض إنتاج أصول وبذور بعض أشجار الغابات. وعقب زراعة البذور تغطي بالتربة، وهذا يفيد في منع جرفها بمياه الري، وحمايتها من التقاط الطيور، وتوفير رطوبة مناسبة حول البذور لكي تنبت. ويلاحظ ري الأرض مباشرة عقب نثر البذور وتغطيتها.

٣ - الزراعة في خطوط (Rows or beds)

تخطط الأرض بعد خدمتها جيدا على أبعاد تناسب زراعة المحصول. ومن فوائد التخطيط ضبط المسافات بين النباتات المنزرعة والتحكم في كمية مياه الري والتحكم في توزيع الأسمدة الكيماوية وتسهيل عزيق الأرض وحماية بذور وبادرات المحاصيل من التأثيرات الجوية، وتسهيل مقاومة الآفات، وتكوين جذور عرضية، وخلفات كثيرة في بعض المحاصيل، مثل قصب السكر. وتتبع هذه الطريقة في كثير من المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر وبعض بذور الفاكهة لغرض إنتاج أصول، وبعض بذور الغابات. وفي الزراعات الصغيرة يكون التخطيط بالمحراث البلدي، وفي المساحات الكبيرة يكون التخطيط بالآلات.

٤ - الزراعة في سطور (Row planting)

وتتبع هذه الطريقة في بعض الأحيان ويجري التسطير بآلات تسطير خاصة (seed drill). وتزرع بذور المحاصيل الحقلية وبذور الخضر أحيانا بهذه الطريقة.

(٢ , ٣ , ٤) الزراعة بالشتل Transplanting

تزرع البـذور في المشتـل في أحـواض وتكون الزراعة كثيفة لإنتاج أعداد كبيرة من الشتـلات. وبعـد حوالي ٣٠ - ٦٠ يومـا من زراعـة البـذرة، يختلف ذلك حسب نوع المحصـول، وموسم الـزراعـة، وخصوبة تربة المشتل. تنقل النباتات الناتجة وتزرع في الأرض المستديمة كما سيأتي ذكره فيما بعد.

تزرع بعض المحاصيل الحقلية مثل الأرز بهذه الطريقة وتستعمل كذلك في بعض محاصيل الخضر.

وأحيـانـا أخـرى تزرع بعض أشجـار الغابات بهذه الطريقة. أما بالنسبة لأشجار الفـاكهـة فعـادة تزرع شتـلات الأصـول في المشتـل، وتطعم في المشتـل. وبعد نجاح التطعيم تنقل الأشجار المطعومة من المشتل وتزرع في البستان المستديم.

ولتلافي أضرار الشتل، خاصة في بعض محاصيل الخضر، فإن بعض الشركات قد اتجهت إلى إنتـاج أصص صغـيرة الحجم، تصنـع من البيت موس أو المواد العضوية، تزرع فيهـا البـذرة لإنتـاج الشتلة، ثم تزرع الأصص كاملة وبها النبات - بعد أن تصل لارتفـاع منـاسب - في الأرض المستـديمـة مبـاشرة. وحديثا أنتجت أقراص من البيت موس المضغـوط تعـرف باسم أصص جيفي ٧ (Jiffy - 7) تنقـع في المـاء فتأخـذ شكل قصـريـة وتـزرع البـذرة في ثقب في مركـز الأصيص وبعد أن تصل النباتات إلى حجم مناسب تزرع الأصص بما فيها من نباتات مباشرة في الأرض المستديمة.

وعمـومـا تتم زراعـة البـذور، في جميـع الحالات السابقة، إما يدويا أو باستخدام الميكنـة المخصصـة لذلـك، مثل آلات النثر (broadcasters)، أو آلات التسطير (seed drills)، وآلات الـزراعـة على خطـوط (planters). وفي بعض الأحيـان باستخـدام الطـائـرات كما في أراضي المـراعي. وينصـح في جميـع الحـالات، بمعاملة البذور قبل زراعتهـا، بالمبيـدات الحشرية والفطرية. وذلك لوقاية البذور من الحشرات والفطريات التي قد تكون عالقة بها، أو من فطريات التربة المرضية، وخاصة مرض ذبول البادرات (damping off).

أولاً : تقسية الشتلات Hardening of seedlings

تحتاج الشتلات إلى معاملة خاصة، وذلك قبل نقلها إلى الأرض المستديمة. وتعرف هذه المعاملة باسم التقسية (hardening) وهذه المعاملة أساسية وحيوية، خاصة بالنسبة للشتلات المزروعة في الصوب الخشبية أو الصوب الزجاجية، أو المزروعة في أحواض المشتل المظللة، أو التي عوملت معاملة خاصة. ففي حالة الزراعة في الصوب باختلاف أنواعها، تنقل الشتلات خارج الصوب، أو تزال المظلات في حالة الأحواض المظللة، وتترك تحت الظروف الجديدة مدة مناسبة من الزمن، وذلك لتهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية المغايرة التي قد تصادفها بعد الشتل، مثل العطش أو تعرضها لموجات من درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة. وهذه العملية هامة جدا لنجاح الشتلات عند زراعتها في الأرض المستديمة.

ثانيًا: نقل الشتلات Transfer of seedlings

تحتاج النباتات المزروعة في الأواني الخاصة إلى النقل. ويزرع كل نبات في أصيص مستقل بعد أن يصل إلى ارتفاع مناسب يختلف باختلاف نوع النبات. وقبل تفريد الشتلات بوقت قصير تروى ثم تقلع في مجاميع (كتل) بواسطة «الشقرف»، ثم تحضر أصص صغيرة ١٠ سم وتملأ بمخلوط التربة كما سبق شرحه في الزراعة في الأواني الخاصة وتزرع شتلة واحدة بكل أصيص وذلك بعمل ثقب بعمق مناسب في وسط تربة الأصيص تزرع به الشتلة. وتضغط التربة حول الشتلة جيدا ويسوى سطح التربة وتروى الأصص الصغيرة بعد الزراعة. ويوالي الري كلما دعت الحاجة حتى لا تجف التربة، وتجري عملية التفريد داخل الصوب.

بعد أن تكبر الشتلات في الأصص الصغيرة وينتشر مجموعها الجذري فإنها تحتاج للنقل إلى أصص أكبر. ويجب أن تكون تربة الأصص المراد نقل شتلاتها جافة بدرجة متوسطة حتى يمكن فصل التربة كتلة واحدة دون أن تتفتت، وإلا تحدث أضرارا كبيرة للجذور إذا حدث وتفتت التربة. تحضر الأصص الكبيرة ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥ سم وتملأ إلى منتصفها بمخلوط التربة وتوضع الشتلات في منتصفها ويكمل حول الشتلة

بمخلوط التربة إلى قرب الحافة بحوالي ٣ سم وتدك التربة دكا خفيفا (تضغط جيدا حول الشتلة) ويسوى سطح التربة وتروى.

عادة تقلع الشتلات الصغيرة بعد سنة من زراعة البذرة وتنقل لزراعتها على خطوط في أرض المشتل. وعند تقليع الشتلات، تروى القصاري، وتقلع الشتلات باليد. وإذا كانت الشتلات نامية في مراقد البذرة فإنها تقلع بالفأس الفرنساوي. وبعد التقليع تغمر الجذور في روبة من الطين. في حالة الفواكه المستديمة الخضرة تقلم القمة لتقليل النتح ثم تربط الشتلات في حزم بكل حزمة ١٠٠ شتلة وتلف بحشائش خضراء ثم بالخيش المبلل. ولزراعة الشتلات تعمل خطوط من الشرق للغرب بحيث تكون متباعدة عن بعضها مسافة ٧٠ سم ثم تروى الخطوط، بعد أن تجف قليلا، تعمل جور صغيرة بالفأس الفرنساوي في الثلث العلوي من الخط تبعد عن بعضها ٣٥ ـ ٤٠ سم في الفواكه المستديمة الخضرة، ٢٥ ـ ٣٠ سم في الفواكه المتساقطة الأوراق. وتزرع الشتلات في الجهة الشمالية من الخط إذا كانت الزراعة في شهر مارس، أو في الجهة الجنوبية من الخط إذا كانت الزراعة في شهري سبتمبر وأكتوبر لتحاشي ارتفاع الحرارة صيفا والبرودة شتاء.

وبعد زراعة الشتلات في أرض المشتل لمدة سنة تطعم بالأصناف المطلوبة، وبعد سنة من التطعيم تنقل الشتلات المطعمة إلى الأرض المستديمة.

ثالثًا: الزراعة في الحديقة المستديمة Permanent planting

بعد سنة من التطعيم تنقل الشتلات إلى الحديقة المستديمة. وتنقل شتلات الفواكه المستديمة الخضرة من المشتل بصلايا. وعادة تزال السرطانات، والفروع القريبة من سطح الأرض، وتقلم القمة بإزالة حوالي ثلث المجموع الخضري. وبعد ذلك تدك الأرض جيدا حول ساق الشتلة بالفأس الفرنساوي حتى تكون الصلايا متماسكة ومندمجة. وتستخرج الجذور بصلايا مخروطية، قطرها حوالي ٤٠ سم، وتحفر التربة إلى عمق ٣٥ سم. وبعد حفر التربة حول الصلايا، ترفع الصلايا بحذر

شديد، وتلف بالقش، وتربط بالحبال. وتحفظ الصلايا في مكان ظليل، مع موالاة رشها بالماء، وعند رفع الشتلات ترفع الصلايا نفسها.

أما الفواكه المتساقطة الأوراق، فتنقل شتلاتها ملشا ـ أي عارية الجذور ـ من المشتل. وعادة تزال السرطانات والفروع القريبة من سطح الأرض، ويقصر ساق الشتلة إلى ٧٠ ـ ٨٠ سم تقريبا. ثم يحفر حول الشتلات بالفأس الفرنساوي إلى أن تفصل من التربة وتشد الشتلات وتقلم الجذور وتغمس في روبة من الطين حتى لا تجف. وتزرع الشتلات مباشرة بعد تقليعها. وفي حالة عدم زراعتها مباشرة توضع بميل في خندق، في مكان مظلل، وتغطى قواعدها برمل مندي، حتى لا تجف. وتترك هكذا إلى أن يحين وقت زراعتها.

بعد تعيين مواقع زراعة الأشجار، على المسافات المناسبة للزراعة، تحفر الجور، مع مراعاة وضع تراب السطح في جانب من الجورة وتراب القاع في جانب آخر. تزرع الشتلات وسط الجور، ويستعان على ذلك بلوحة الغرس، ثم يردم حول الشتلة أولا بتراب السطح ثم بتراب القاع. وتدك التربة جيدا حول الشتلات لتثبيتها جيدا في أماكنها. وبعد الانتهاء من الزراعة، تروى الأشجار في مبدأ حياتها، بطريقة البواكي وهي قريبة الشبه بالأحواض المستطيلة.

(٤ , ٤) الري Irrigation

لم تعد عملية ري المحاصيل المختلفة، واحدة من العمليات الزراعية، التي يترك أمرها، لتقدير المزارع وحكمه الشخصي، أو خبرته أو فنه، بل أصبح الري علما له أصوله وقواعده، التي تهدف بصفة رئيسية، لزيادة كفاءة استغلال المصادر المائية، وخاصة في المناطق التي تشكل فيها مياه الري عاملا محددا للإنتاج.

وبنظرة تاريخية متأنية نجد أن ظهور الحضارات القديمة قد ارتبط ارتباطا وثيقا بمنشأ وتقدم الري. إن معظم هذه الحضارات ازدهرت وترعرعت حول مجاري الأنهار،

كما هو الحال في مصر والعراق والهند والصين (مسعود ١٩٦٩م). كل هذا لأن وجود الماء يعني تأمين المأكل والملبس والمأوي للإنسان.

(١ , ٤ , ٤) التعريف Definition

التعريف الحديث للري: أنه الوسيلة الصناعية لإمداد النبات بالماء الذي يمكنه من النمو والإنتاج (زيدان، ١٩٧٥م) أما (Israelsen and Hansen, 1962) فقد ذكرا تعريفا أعم وأشمل وهو أن إضافة الماء للأرض يكون لواحد أو أكثر من الأغراض الستة التالية:

١ ـ إضافة الماء للتربة لتوفير الرطوبة اللازمة لنمو النبات.
٢ ـ تأمين المحصول ضد فترات الجفاف القصيرة المدى.
٣ ـ ترطيب التربة والهواء الجوي وبالتالي تهيئة ظروف مناخية أكثر ملاءمة لنمو النبات.
٤ ـ غسيل أو تخفيف تركيز الأملاح بالتربة.
٥ ـ تقليل الأثر الضار الناتج عن تصلب القشرة السطحية للتربة.
٦ ـ تسهيل عملية الحرث والخدمة.

ورغم استطاعة الإنسان التحكم في الري الصناعي، إلا أن قدرته على التحكم في الري الطبيعي، والذي يكون عادة بواسطة الأمطار أو المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج أو غيرها تكون محدودة للغاية.

(٢ , ٤ , ٤) طرق الري Methods of irrigation

طرق الري كثيرة ومتعددة ويمكن للمزارع اختيار الطريقة المناسبة منها لظروف الحقل. وقد يحتاج المزارع إلى إحداث بعض التغييرات في هذه الطريقة أو تلك لضمان زيادة كفاءتها. ويمكن إجمال طرق الري في أربع طرق رئيسية هي:

أولاً : الري السطحي Surface irrigation

وهو أكثر الطرق استعمالا ويصل الماء للحقل إما بقنوات مكشوفة وأحيانا مغطاة، أو قد يصل داخل أنابيب. وللري السطحي طريقتان شائعتان هما:

١ - ري الأحواض (ponding or basin irrigation). مثل الأحواض المستطيلة والأحواض الكنتورية، وتعتمد هذه الطريقة على ملامسة المياه لجميع سطح التربة. وعملية الغمر قد تكون بالانسياب أي بالغمر الحر (free flooding)، أو بالشرائح (border or stepcheck).

٢ - ري الخطوط (furrows). وتضم طريقة الخطوط العادية (conventional furrows)، والخطوط المعدلة مثل الخطوط المتعرجة (corrugations)، والخطوط الكنتورية (contour furrows)، والخطوط العريضة أو المصاطب (broad furrows). وتعتمد طرق الري بالخطوط على ملامسة المياه لبعض أجزاء التربة فقط.

ثانيًا: الري تحت السطحي Subsurface irrigation

تستخدم هذه الطريقة في المناطق الرطبة وشبه الرطبة في العالم، حيث تدعو إمكانيات التربة والمناخ إلى ذلك. يتم في هذه الطرق التحكم في مستوى الماء الأرضي بالارتفاع والانخفاض، مع ترك عمق مناسب لنمو المجموع الجذري.

ويشير عبدالعزيز (١٩٨٢م) إلى أنه توجد عدة طرق تتبع نظم الري تحت السطحي، مثل نظم القنوات (ditch system)، والقنوات الحقلية (field ditches)، والقنوات الضيقة الرأسية الجوانب (spudditches)، ونظم القنوات مع المولز (ditch and mole systems)، ونظم المولز تحت السطحية (underground mole systems).

ثالثًا: الري بالرش Sprinkler irrigation

يتم توزيع المياه في هذه الطريقة على هيئة رذاذ، أو بطريقة تشابه الأمطار. وهذا النوع من الري، بالإضافة إلى اقتصاده في كمية المياه المستعملة، فإنه يقوم بعملية

تلطيف للجو بزيادته للرطوبة الجوية وتقليله للحرارة في محيط النبات. فلا غرو أن ازداد استعماله في كثير من المناطق القاحلة وشبه القاحلة. ويشير عبدالعزيز (١٩٨٢م) إلى أن له عدة نظم بعضها ثابت يظل قائما في نفس المكان، والبعض الآخر إما نصف متنقل، حيث تكون المضخات وأنابيب التوزيع الرئيسية ثابتة عادة بينما تنقل الرشاشات مع حواملها من مكان إلى آخر. أوتكون متنقلة تماما، فيتم تحريكها من مكان إلى آخر. إلا أن جميع أنواع أجهزة الري بالرش تشترك في الفكرة الأساسية لطريقة توزيع المياه.

رابعًا: الري بالتنقيط Drip or trickling irrigation

ترتكز الفكرة الأساسية للري بالتنقيط على إمداد النباتات بحاجتها المائية، وأحيانا السمادية، من مخارج صغيرة في حجمها. ويطلق على هذه المخارج اسم المنقطات (emitters). ويزرع النبات بالقرب من هذه المخارج لضمان وجود كمية كافية من الماء في منطقة الجذور (عبدالعزيز ١٩٨٢م). ويمكن التحكم في وضع هذه المخارج حسب المسافات التي يحتاجها النبات.

وتعتمد طريقة الري بالتنقيط (drip irrigation) على وصول المياه إلى منطقة المجموع الجذري عن طريق الرشح. كما أنها طريقة حديثة أدخلت خصيصا لري أشجار الفاكهة وبعض محاصيل الخضر. وتتميز هذه الطريقة بكفاءتها العالية في تقليل كمية المياه المستخدمة، حيث إن كمية المياه المعطاة بهذه الطريقة، دائما تكون أقل بالمقارنة بأي من طرق الري الأخرى. ذلك لأن الماء يصل إلى التربة ببطء يمكن التحكم فيه وإضافة القدر الذي يستفيد منه النبات من غير فائض يتبخر أوزيادة تحتاج إلى صرف أو تسبب انجرافا للتربة.

الري بالمنقطات النزازة: (biwall) وهي طريقة استحدثت بإدخال بعض التحسينات على نظام الري بالتنقيط، فقد لوحظ أن الفتحات، في الري بالتنقيط، نظرا لوجود الصمامات الحلزونية، كثيرا ما تتعرض للانسداد، إما بالأملاح المتراكمة أو بحبيبات التربة. ولذا استغنى عن هذه الصمامات واستعملت أنبوبتان من البلاستيك

واحـدة داخـل الأخـرى وينسـاب الماء إلى خارج الأنابيب نتيجة للفرق في ضغط الماء المـوجـود في هاتـين الأنبـوبتـين من خلال فتحـات صغـيرة في الأنبوب الخارجي توضع حسب نوع المحصول المزروع .

(٤ , ٤ , ٣) جودة مياه الري Quality of irrigation water

تختلف جودة المياه، ومدى مواءمتها لري المحاصيل، باختلاف مصادرها، وكمية ونـوعيـة الأمـلاح الـذائبـة فيهـا. وقـد وضعت عدة معـايـير لتحديد جودة الماء للري (Richards, 1954) وفيما يلي نورد بعض هذه المعايير :

١ - التوصيل الكهربائي Electrical conductivity

والذي يعتمد كثيرا على تركيز الأملاح فمثلا إن كان التوصيل الكهربائي أقل من ٢,٢٥٠ مليمـوز/سم (٢٥°م) (المليمـوز يسـاوي ٦٤٠ جزء في المليـون) تعتـبر الميـاه صالحـة لري جميـع المحـاصيل. أما إن كان أكثر من ٢,٢٥ مليموز/سم صار الماء غير صالح للري .

٢ - نسبة الصوديوم المدمص Sodium-adsorption ratio, SAR

وتعـبر عن نسبـة أيـون الصـوديـوم إلى الكـاتيـونات الأخرى التي يمكن أن يحل الصوديوم محلها مثل الكالسيوم والمغنسيوم .

٣ - سمية عنصر البورون Boron toxicity

وتعبر عن تركيز عنصر البورون في مياه الري، والتي يجب ألا تزيد عن ٠,٥ جزء في المليون لمعظم النباتات .

(٤ , ٤ , ٤) طرق المحافظة على مياه الري water coservation

يعتـبر المـاء (كـما سبق وأن تحدثنـا عنـه) من أهم العـوامـل التي تؤثـر على إنتاج المحاصيل المختلفة، كما ونوعا. وبذا يؤثر على مدى التوسع الزراعي، سواء كان هذا التوسع أفقيا بزيادة الرقعة المزروعة، أو رأسيا بتكثيف الإنتاج من وحدة المساحة، ولذا تولي المنظمات والهيئـات الـدوليـة والإقليميـة، التي تعمـل في المجال الزراعي، مسألة

ترشيد استعمال مياه الري اهتماما بالغا، لا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وقد استعملت عدة وسائل وطرق للمحافظة على مياه الري. وترتكز هذه الطرق بصورة أساسية على معرفة الاحتياجات المائية لكل محصول في أطوار نموه، تحت الظروف البيئية المختلفة، نورد منها ما يلي:

١ - تربية محاصيل مقاومة للجفاف.

٢ - استعمال نظم الري التي تساعد على خفض درجات الحرارة ورفع نسبة الرطوبة الجوية بين النباتات مثل طريقة الري بالرش.

٣ - استعمال وسائل تغطية التربة (soil mulching)، وهي عبارة عن تغطية التربة بمواد عضوية أو كيماوية لتقليل عملية البخر. وفي السنوات القليلة الماضية، زاد استعمال شرائح البلاستيك لهذا الغرض، في محاصيل الخضر وبعض أشجار الفاكهة.

٤ - استعمال بعض المواد الكيماوية (antitranspirants) التي تقلل عملية النتح.

(٥, ٤) الترقيع Reseeding or Replanting

هو إعادة زراعة الأجزاء الخالية من النباتات، أو التي تكون بها كثافة النباتات منخفضة، نتيجة لعدم إنبات البذور أو موت البادرات. وعملية الترقيع هامة، لأنها تؤثر على الإنتاج. وتعتبر نسبة النباتات الغائبة، وطريقة توزيعها على أجزاء الحقل، من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الترقيع، فإذا كانت النباتات الغائبة متناثرة في الحقل، وموزعة على أجزائه المختلفة، أو كانت نسبة النقص في حدود معقولة، فلا لزوم لترقيع الحقل. في حين أنه، لو كانت الأجزاء الخالية من النباتات، مركزة في مناطق خاصة في الحقل، فإنه يجب إعادة زراعة مثل هذه الأجزاء كلها من جديد. أما إذا كانت النسبة كبيرة في الحقل، وكان موعد الزراعة لا زال مناسبا، فإنه يفضل إعادة زراعة الأرض كلها من جديد بدلا من الترقيع. ويرجع سبب عدم إنبات البذور ونمو البادرات إلى:

١ - انخفاض حيوية البذور.

٢ - عدم توفر الظروف البيئية المناسبة للإنبات كالحرارة والرطوبة والضوء.

٣ - عدم العناية باختيار الأرض المناسبة، وإعداد مهاد البذور، وزراعتها في الوقت المناسب.

٤ - تعرض البذور أو الشتلات للإصابة ببعض الأمراض الفطرية والآفات الحشرية.

يجب إجراء الترقيع ببذور أو شتلات من نفس الصنف المزروع بمجرد معرفة الجور الغائبة في الحقل، تلافيا للتنافس بين البادرات الناتجة من الترقيع والبادرات الأصلية. ويمكن ترقيع الجور بإحدى الطرق التالية:

١ - الترقيع ببذور جافة أمام أو عقب الري مباشرة.

٢ - الترقيع ببذور نقعت في الماء لمدة ١٢ ـ ١٤ ساعة وذلك في حالة توافر بعض الرطوبة في التربة.

٣ - الترقيع بالشتلات في وجود الماء، فتنقل نباتات جديدة إلى الحقل وتزرع بدلا من النباتات الفاشلة، مع مراعاة سقيها مباشرة بعد وضعها في الحقل. ويلجأ بعض المزارعين إلى نقل بعض النباتات من عملية الخف، وزرعها في المناطق التي لم تنبت فيها البذور. إلا أن هذه الطريقة لا يمكن استخدامها في كافة المحاصيل. ويفضل أن تتم عملية الترقيع في الصباح الباكر أو في المساء، خصوصا في محاصيل الخضر.

(٦, ٤) خف النباتات Thinning

عملية الخف: هي إزالة النباتات الزائدة في الحقل عن الحد المطلوب لكل محصول، للحد من تنافسها، مما قد يؤدي إلى تقليل الإنتاج. ويجري الخف في بعض محاصيل الحقل والخضر، وعادة يترك نبات أو نباتين في الجورة. أما في أشجار الفاكهة، فنادرا ما تحتاج إلى عملية الخف، إلا في حالات قليلة جدا، كما هو الحال في البساتين

المسنـة التي تزاحمت أشجـارهـا . وتجـري عمليـة الخف لتقليل التنافس بين النباتات أو للتخلص من النباتات المصابة بالآفات .

ويفضل إجراء عملية الخف في الأطوار الأولى لنمو النبات ، لضمان الحصول على إنتاج جيد . حيث يؤدي تأخير الخف إلى كبر النباتات ، وتزاحم وتداخل جذورها ، مما يتسبب في خلخلة وتقطيع جذور النباتات الباقية بعد الخف وبالتالي ضعف النبات وقلة الإنتاج . وتتم عملية الخف عادة مرة واحدة ، إما يدويا أو بالآلات الميكانيكية .

(٤ , ٧) العزيـق Cultivation

العزيق : هو تفكيك الطبقة السطحية للتربة بواسطة الآلات اليدوية أو العزاقات الآليـة لعمق حوالي ٥ ـ ٧ سم دون الإضـرار بسيقـان وجـذور النباتات المزروعة وذلك لتحسـين البيئـة التي ينمـو فيهـا النبـات . ويحـدد نوع المحصول وطريقة الزراعة وكثافة النبـاتـات إمكانية إجراء عملية العزيق . فالمحاصيل التي تزرع نثرا ومتكاثفة لا تعزق . بينما المحاصيل التي تزرع على خطوط ، أو سطور ، أو متباعدة عن بعضها ، فإنها تتيح عملية العزيق . وتتمثل فوائد العزيق فيما يلي :

١ ـ مقاومة الحشائش .

٢ ـ تفكيـك الـتربـة وهـذا يسـاعـد على سد الشقـوق التي تتكون في الأراضي الثقيلة ، ويعمـل كطبقـة وقـائيـة للتربـة (mulch) ، وبـالتـالي يقل فقد الماء من التربة بالتبخر . كما أنه يساعد على زيادة تبادل الغازات في التربة .

٣ ـ يساعد على خلط الأسمدة المعدنية والعضوية ويقيها من جرف المياه .

تتم عمليـة العـزيق يدويـا بالفأس (المسحـاة) ، أو باستخـدام محراث صغـير ، أو عزاقـات تسحب بواسطـة الحيـوانـات . أو يكـون العزيق آليا باستخدام آلات العزيق (cultivators) .

ولاستعمال هذه العزاقات الميكانيكية، يجب أن يكون المحصول مزروعا بانتظام في خطوط، أو سطور متوازية تماما، تسمح بمرور الآليات ومعدات العزيق دون المساس بالنباتات المزروعة.

ولقد أصبح العزيق بالأيدي أو بواسطة الحيوانات، من العمليات الزراعية المكلفة، نسبة لعدم توفر الأيدي العاملة، وارتفاع أجورها. وكذلك لارتفاع أسعار الحيوانات وعليقتها علاوة على كونها بطيئة. من أجل ذلك يتم استخدام العزيق الآلي ومبيدات الحشائش أو استخدام الأغطية الوقائية للتربة (mulch).

(٤, ٨) التسميد Fertilization

(٤, ٨, ١) تعريف وأهمية السماد Definition and importance

هو المادة أو المواد التي تضاف إلى الأرض بغرض تحسين نمو النباتات وزيادة إنتاجها أو بغرض تعويض العناصر المستعملة من قِبَل النباتات للمحافظة على القدرة الإنتاجية، وكذلك تحسين خواص التربة. وتحتاج النباتات، سواء كانت أشجار وشجيرات فاكهة، أو نباتات خضر وزينة، أو نباتات محاصيل حقلية، لتكوين نموها وإنتاجها الثمري، إلى إضافة السماد المحتوي على العناصر الغذائية التي تأخذها عن طريق جذورها من التربة. حيث إن محتويات التربة الطبيعية لا تكفي لتغذية النبات لمدة طويلة. وهذا يعتمد على نوع التربة والعوامل الجوية. لذلك فإن إضافة السماد، سواء كان عضويا أو معدنيا، تعوِّض ما تفقده الأرض وما يحتاجه النبات من غذاء.

وعموما فإن توفر العناصر الغذائية المختلفة هو العامل المحدد للنمو الخضري والثمري للنبات.

(٤, ٨, ٢) العناصر الغذائية Nutrient elements

تمد الأرض النباتات بكمية الماء ومعظم العناصر الغذائية التي تحتاجها. ولو أنه توجد بعض العناصر مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين يأخذها النبات من الهواء الجوي. والعناصر المختلفة الموجودة في التربة تكون إما في صورة مركبات معدنية، أو

عضوية، ذائبة في محلول التربة. ويعطي جدول (١ , ٤) فكرة عن العناصر الغذائية المطلوبة لتغذية النبات بالإضافة إلى الكربون والأكسجين والهيدروجين، والتي تعتبر من المكونات الأساسية لخلايا النبات.

جدول (١ , ٤). العناصر الغذائية المطلوبة لتغذية النبات.

عناصر تحتاجها النباتات بكميات كبيرة **Macronutrients**	عناصر تحتاجها النباتات بكميات صغيرة **Micronutrients**
النيتروجين	الحديد
الفوسفور	البورون
البوتاسيوم	المنجنيز
الكالسيوم	الموليبدنم
المغنسيوم	الزنك
الكبريت	النحاس

وسنناقش فيما يلي العناصر الغذائية الضرورية للنبات ووظائفها وعلاقتها بنمو وإنتاج النباتات، وأعراض نقص كل على حدة. ويجب أن نعرف أن مكونات الأراضي المختلفة، تتباين في مدى احتوائها على العناصر الغذائية.

أولاً: النيتروجين Nitrogen

يعتبر النيتروجين من المكونات الهامة للبروتينات والكلوروفيل والأحماض الأمينية والمواد التي تدخل في تركيب البروتوبلازم، ويدخل في تكوين الأنسجة الجديدة في الأفرع والأوراق والجذور والثمار والبذور. وتميل معظم النباتات إلى امتصاص جزء من احتياجاتها من النيتروجين في الأطوار الأولى من النمو. ولكن هذا الاحتياج يزداد مع نمو النباتات حتى يصل إلى ذروته ما بين بدء الإزهار وبين بدء تكوين البذور. ويمتص النيتروجين على هيئة نترات وأمونيوم.

ويتسبب نقص النيتروجين فيما يلي :

١ ـ قلة النمو الخضري وقصَر الأفرع وبذلك تبدو النباتات قزمية .

٢ ـ صغر حجم الأوراق واصفرار لونها وسقوطها . وعادة تظهر هذه الأعراض على الأوراق المسنة ، لأنه عنصر متحرك ، حيث ينتقل منها إلى الأوراق الصغيرة .

٣ ـ قلة المحصول ، حيث يؤدي النقص الشديد في النيتروجين إلى قلة نسبة العقد في الأزهار . وذلك لحدوث نقص في تكوين الأعضاء الجنسية للأزهار ، وبالتالي يتسبب عن ذلك قلة في المحصول .

أما زيادة النيتروجين فتظهر في الأعراض التالية :

١ ـ الأوراق لونها أخضر داكن .

٢ ـ الأنسجية عصيرية ـ ضعيفة .

٣ ـ يميل النبات إلى النمو الخضري وتأخر تكوين الأزهار وقلتها فيما يؤدي إلى قلة العقد وتأخير النضج .

ويعالج النقص بإضافة النيتروجين إلى النبات ، ويضاف على صورة عضوية ، مثل الأسمدة البلدية والعضوية المختلفة . وكذلك على صورة معدنية مثل سلفات الأمونيوم أو نترات الجير أو اليوريا . ويفضل إضافة الأسمدة ذات التأثير الحامضي (سلفات الأمونيوم) في الأراضي الجيرية . كذلك يمكن إضافة النيتروجين بواسطة رش اليوريا بتركيز يتراوح من (٥, ٠ ـ ١٪) على الأوراق .

ثانيًا : الفوسفور Phosphorous

يعتبر الفوسفور من العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات بكمية كبيرة وهو يلي النيتروجين في الأهمية ، ويدخل في تكوين النيوكليوبروتين ، كما يدخل في تركيب بعض المواد التي تعمل على نقل الطاقة مثل (Adenosine Triphosphate "ATP") . ويعتبر الفوسفور من العناصر الهامة في تكوين البروتوبلازم . له القدرة على الانتقال من الأنسجية المسنة إلى الحديثة النامية . يخزن الفوسفور في البذور على هيئة (phytin) .

ويتسبب نقص الفوسفور فيما يلي :

١ ـ بطء نمو النباتات ، كما تفقد الأوراق لونها الطبيعي ، ويظهر لون أخضر قاتم ، وقد يظهر اللون الأرجواني . وتسقط الأوراق قبل أن تصل إلى حجمها الطبيعي ، وخاصة الأوراق المسنة ، لأنه عنصر متحرك ، يغادرها إلى الأوراق الحديثة .

٢ ـ تقزم النبات .

٣ ـ تحول لون السيقان والأفرع إلى اللون الأرجواني .

٤ ـ قلة المحصول بسبب اختلال التوازن بين العناصر .

٥ ـ إنتاج غير جيد من الثمار والبذور .

ويعالج نقص الفوسفور عن طريق إضافة الأسمدة البلدية والعضوية ، أو بإضافة الأسمدة الفوسفاتية ، مثل سماد السوبر فوسفات أو السوبر فوسفات الثلاثية . وهي جميعها توفر كمية من الفوسفور الذائب في التربة .

ثالثًا : البوتاسيوم Potassium

لا يوجد مركب رئيسي في النبات يحتوي على البوتاسيوم ، ولكن وجوده يعتبر ضروريا لتكوين المواد الكربوهيدراتية . كما أنه ضروري أيضا لتكوين البروتين وانقسام الخلية . كذلك يؤثر البوتاسيوم على نشاط بعض العناصر الأخرى . وله أهمية في البناء الضوئي ، وكذلك فتح وغلق الثغور . وله علاقة كبيرة بتلون ثمار الفاكهة كالتفاح . هذا بالإضافة إلى أنه يساعد كثيرا على تغلغل الجذور في التربة .

ويستدل على نقص البوتاسيوم من الأعراض التالية :

١ ـ إنتاج محصول قليل .

٢ ـ تجعد الأوراق والتوائها ، والتواء الأفرع الحديثة ، واحتراق حواف الأوراق .

٣ ـ يقف النمو ويبطء كما يقف نمو الجذور .

٤ ـ النباتات الفقيرة في عنصر البوتاسيوم تميل لأن تكون أقل غضاضة، وأسرع استجابة لظهور علامات الذبول عليها، وخاصة إذا زادت نسبة النتح.

٥ ـ تراكم الكربوهيدرات والنيتروجين الذائب في النبات.

ويعالج نقص البوتاسيوم عن طريق إضافة الأسمدة البلدية والعضوية، أو إضافة الأسمدة المعدنية مثل سلفات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم ونترات البوتاسيوم وكذلك يمكن إضافة الأسمدة المركبة التي تحتوي على عنصر البوتاسيوم.

رابعًا: الكالسيوم Calcium

يعتبر الكالسيوم من العناصر الضرورية للنبات، إذ توجد نسبة كبيرة في النبات موزعة في الصفائح الوسطية (middle lamella) على صورة بكتات الكالسيوم وتتحول نسبة كبيرة من الكالسيوم الذي يمتصه النبات إلى مركبات غير قابلة للذوبان، وبذلك فهو غير متحرك. يعزى إلى الكالسيوم النشاط الطبيعي للخلايا المرستيمية خصوصا في الجذور. وكذلك يلعب دورا في المحافظة على الأغشية الخلوية وانقسام الخلية. ومن فوائد الكالسيوم الهامة، معادلة الأحماض العضوية التي تنفصل أثناء تكوين البروتين وتحلله في جسم النبات (مثل حمض الخليك والأكساليك فهو يرسب الفائض من حمض الأكساليك على هيئة أكسالات الكالسيوم). ومن ناحية أخرى يؤثر الكالسيوم على مقدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية وخاصة الفوسفات والحديد والمغنسيوم.

وتظهر الأعراض التالية في حالات نقص الكالسيوم:

١ ـ تبدو الأوراق الجديدة ملتوية، ثم يبدأ بها الموت في الأطراف والحواف، وتصفر وتسقط قبل موعدها.

٢ ـ السلاميات قصيرة جدا (النمو المتقزم).

٣ ـ الجذور قصيرة لونها بني، وربما في بعض النباتات تتلون باللون الأسود وتموت.

٤ ـ قد يحدث نتيجة لسقوط الأوراق، حالة جفاف لقمم الأفرع، يتبعها جفاف تدريجي لبقية الأفرع مما يؤدي إلى موتها.

٥ ـ قلة العقد وتكون ثمار صغيرة.

ونادرا ما تظهر أعراض نقص الكالسيوم على النبات إلا أنه في حالة ظهورها يضاف الكالسيوم للتربة على هيئة كبريتات كالسيوم أو سوبر فوسفات أو جير.

خامسًا: المغنسيوم Magnesium

يتشابه المغنسيوم مع الكالسيوم في كثير من الخواص، ولكن توجد فروق هامة فيما بينها. أهم وظائف المغنسيوم تظهر من تواجده في جزيء الكلوروفيل، ولهذا فله أهمية في تكوين هذه المادة، والتي يعزى إليها لون النبات الأخضر وكذلك أهمية في عملية البناء الضوئي. يعمل المغنسيوم كمنشط للإنزيمات، ولذلك فهو ينشط كثيرا من العمليات الحيوية في الورق (كانتقال الطاقة). تحتوي البذور على نسبة مرتفعة نوعا ما من المغنسيوم. وكذلك يلعب دورا هاما في تثبيت بكتريا العقد الجذرية للنيتروجين الجوي.

وتظهر أعراض نقص المغنسيوم على النباتات المزروعة في الأراضي الرملية الخفيفة أو الأراضي التي سمدت بمقدار كبير من نترات الصوديوم أو نترات البوتاسيوم.

١ ـ نظرا لدخوله في تركيب الكلوروفيل فإن أول أعراض نقصه ظهور الاصفرار في المناطق بين العروق.

٢ ـ السيقان رفيعة.

٣ ـ جفاف الأوراق السفلية في الحالات المتقدمة وذلك نظرا لقابليته للحركة ثم يزحف إلى أعلى وبازدياد شدة النقص يبدأ تساقط الأوراق في قاعدة المجموع الخضري.

٤ ـ يحدث تساقط الثمار قبل نضجها في بعض أشجار الفاكهة.

وفي حالة ظهور أعراض نقصه يضاف مسحوق الدولوميت (dolomite) (كربونات الكالسيوم المغنيسية) إلى التربة ضمن عمليات التسميد أو برش النباتات بمحلول أحد أملاحه السهلة الذوبان مثل كبريتات المغنسيوم، وكذلك يمكن إضافة كبريتات المغنسيوم إلى التربة.

سادسًا: الكبريت Sulphur

حيث إن الكبريت يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية مثل السيستين والسستايين والمثيونين فإنه يصبح عنصرا أساسيا في تكوين البروتين الذي يحتوي على أي من هذه الأحماض الأمينية الثلاث. وكذلك يعتبر الكبريت ضروريا لتكوين بعض المركبات التي تتحكم في العمليات الهامة لنمو النباتات فهو يدخل في تركيب فيتامين B (الثيامين thiamine) والبيوتين (biotin) وكذلك مرافق الإنزيم (ا) الذي يلزم لدورة كريب.

وتتشابه أعراض النقص في بعض الحالات مع النيتروجين، لأن السبب في الحالتين يرجع إلى نقص البروتين. والفرق بينهما هو أن أعراض نقص الكبريت تظهر بشكل اصفرار على الأوراق الحديثة أما نقص النيتروجين فيكون واضحا على الأوراق المسنة وأهم أعراض نقص الكبريت هي:

١ - تراكم البروتين الذائب نتيجة انخفاض معدل بناء البروتين.

٢ - نقص المواد الكربوهيدراتية نتيجة النقص في عملية البناء الضوئي.

ويمكن علاج نقص الكبريت بإضافة السوبر فوسفات وكبريتات الأمونيوم، أو بإضافة الكبريت أو الجبس إلى التربة.

سابعًا: الحديد Iron

يعتبر الحديد من العناصر الغذائية الهامة، حيث إنه يدخل في كثير من العمليات الضرورية لنمو النبات مثل التفاعلات الإنزيمية والتنفس وعملية البناء الضوئي.

ووجود الحديد هام لتكوين مادة الكلوروفيل رغم أنه لا يدخل في تركيبه، إلا أنه ضروري لتكوين البروتين الذي يدخل في تركيب الكلوروبلاستيدات. وأيضا يوجد متحدا مع البروتينات أو مع مواد عضوية شبيهة به.

يظهر نقص الحديد في الأراضي الجيرية، حيث يصبح غير قابل للامتصاص بسبب قلوية كربونات الكالسيوم، وهذه القلوية لا تؤثر فقط على ذوبانه في التربة، بل تجعله غير صالح للاستعمال داخل النبات نفسه. وقد يحدث نقص الحديد نتيجة لزيادة كمية الفوسفات أو المنجنيز.

ويسبب نقص الحديد نوع خاص من الاصفرار على الأوراق، خاصة الحديثة منها. ثم يشمل الاصفرار جميع أجزاء الورقة، ما عدا العرق الوسطى والعروق الجانبية فيبقي لونها أخضرا. ويسمى هذا الاصفرار (chlorosis). ويقف تكوين نموات جديدة، وإذا تكونت أوراق، تكون صغيرة الحجم، تميل إلى اللون الأبيض.

ويعالج نقص الحديد بإضافته للتربة على هيئة كبريتات حديدوز، ولكن هذه الطريقة غير فعالة لأن كبريتات الحديدوز المضافة للأرض سرعان ما تتحول إلى مركب غير ذائب في التربة لا يستفيد منه النبات. ولذلك يفضل رش النباتات بكبريتات الحديدوز بتركيز ٢, ٠ ـ ١٪. وحديثا يعالج نقص الحديد باستعمال مركبات الحديد المخلوب، إما بإضافته إلى التربة أو رشه على الأوراق.

ثامنًا: الزنك Zinc

يعتبر الزنك عنصر ضروري لنمو النبات، ولكن لم يعرف حتى الآن الدور الذي يقوم به بصفة قاطعة، ولكنه يدخل في تركيب الإنزيمات ويعمل كمنشط لها. ومن المعتقد أنه يدخل في عملية بناء البروتين والكربوهيدرات. وكذلك يساعد في إنتاج وتكوين الكلوروفيل. وله أيضا تأثير مباشر على تواجد أوكسين إندول حمض الخليك في النبات.

ويسبب نقص الـزنـك نوعـا من الاصفـرار على الأوراق يظهـر على هيئة أشرطة طويـلة صفـراء اللون بين عروق الـورق (interveinal chlorosis) . وفي حالـة شدة النقص، تكـون الأوراق الحـديثـة صغـيرة الحجم، والنمـوات المحمـولـة عليهـا هذه الأوراق ذات سلاميات قصيرة جدا . وبذلك تأخذ شكل التورد (rosette) .

وتعالج أعراض نقص الزنك، بإضافة أحد أملاحه إلى التربة، أوبرش النباتات بمحـاليله المخففـة مثـل سلفـات الـزنك (zinc sulphate) . أوبدق مسامير من معدن الزنك في سيقان الأشجار أو بعض بلورات أملاحه في ثقوب عميقة في جهات متعددة، خاصة في جذوع الأشجار.

وتصحيـح النقص بإضـافـة أمـلاحـه إلى الـتربـة، قد لا يجدي في بعض أنـواع الأراضي، خصـوصـا التي تميـل إلى القلويـة، نظـرا لقـدرتها على تثبيته في صورة غير صالحة للامتصاص. وفي هذه الحالات، يضاف للتربة أو ترش النباتات به على هيئة زنك مخلوب.

تاسعًا : المنجنيز Manganese

يلعب المنجنيز دورا هاما كعامل يساعد في كثير من العمليات الحيوية في النبات، مثـل عمـل الإنـزيـمات وبنـاء الأحماض العضوية. ويظهر أن المنجنيز عنصر ضروري لتكـوين مادة الكلوروفيـل، بطـريقـة مشـابهـة للحـديـد والزنك. كما أنه يتداخل مع امتصاص الحديد ويقلل من سميته.

وأعــراض نقص المنجنيـز، تشبـه إلى حد كبـير أعـراض نقص الـزنـك، إلا أن الأوراق لا تكون صغيرة الحجم ويظهر ذلك في الأوراق الحديثة.
وعنـدمـا تظهـر أعـراض نقص المنجنيز، يمكن علاجها بواسطة إضافة كبريتات (سلفات) المنجنيز إلى التربة أو رش النباتات بها.

عاشرًا: النحاس Copper

يكثر وجود النحاس في الأوراق الخضراء وأجنة البذور، ويوجد عادة في المناطق المرستيمية. وهو يقوم بدور عامل مساعد كحامل للأكسجين، وكذا كعامل مساعد في عملية الأكسدة. ووجوده بالأشجار يساعد على امتصاص بعض العناصر الأخرى مثل الكالسيوم. كما أنه ينظم تكوين الكلوروفيل، ويحتاج إليه النبات بكميات ضئيلة.

وتظهر أعراض نقص النحاس على النحو التالي:

١ ـ ذبول وجفاف الأطراف وتسمى هذه الظاهرة بالموت الخلفي (die back) كما أن الأفرع الحديثة النمو تشبه حرف (S) في شكلها ولذا يطلق عليها (S-shape).

٢ ـ جفاف الأغصان (موت القمم النامية للفرع، واحتراق حواف الأوراق واصفرارها).

٣ ـ تكوين السلاميات القصيرة والأوراق الضعيفة (بعض أنواع الفاكهة).

٤ ـ ظهور جيوب صمغية بين القلف والخشب، كما تظهر على بعض الثمار بقع بنية مائلة للاحمرار تتحول إلى اللون القاتم عند نضج الثمار.

٥ ـ تشقق الثمار في الموالح.

ويمكن علاج نقص النحاس بواسطة رش النباتات بمحلول أملاح النحاس مثل محلول بورد وأوكسي كلورور النحاس، كما أنه يمكن إضافة سلفات النحاس (copper sulphate) وأكسيد النحاس (copper oxide) إلى التربة. ويجب إضافتها عند ظهور أعراض النقص لأن أي زيادة يمكن أن تؤدي إلى تسمم النبات.

حادي عشر: البورون Boron

تختلف احتياجات النبات لعنصر البورون اختلافا كبيرا فيما بينها. إلا أنه لم يعرف دوره الفسيولوجي في النبات إلى الآن. ويعتقد أنه يؤثر على انقسام ونمو الخلايا، وعملية نمو حبوب اللقاح، وعملية الإزهار. كما أنه ينظم عمليات الأيض الكربوهيدراتي، وكذلك انتقالها، ويلعب دورا في بناء الجدار الخلوي، كما أنه يدخل في عمليات الأيض للأحماض النووية (RNA).

ويؤدي نقص البورون إلى ظهور الأعراض التالية:

١ ـ إبطاء عملية النمو وبذا يقل حجم النبات.

٢ ـ ظهور مساحات غير منتظمة الشكل، صفراء اللون، تصبح فيها بعد برتقالية على الأوراق، ويتبع ذلك احتراق هذه الأجزاء وباستمرار نقص البورون، تظهر بقع صمغية بنية اللون على السطح السفلي للأوراق، مما يتسبب في سقوط الأوراق.

٣ ـ موت الخلايا المرستيمية في القمم النامية للسيقان، وكذلك ضعف نمو الجذور.

٤ ـ قلة الأزهار ونقص العقد للثمار لأن إنبات حبوب اللقاح، ونمو أنبوب اللقاح تتأثر بنقص البورون.

٥ ـ تظهر أعراض مرضية تختلف باختلاف المحصول.

ويمكن علاج نقص البورون بإضافة أحد أملاحه إلى التربة مثل البوراكس (borax)، أو الرش بمحلول مكون من رابع بورات الصوديوم. كما أنه يمكن استعمال بورات الكالسيوم في الأراضي الرملية، لأنها لا تفقد بسرعة مثل بورات الصوديوم. وكثيرا من الأسمدة تكون ملوثة بالبورات مثل السوبرفوسفات، ونظرا لأن النباتات تحتاج إلى كمية قليلة من البورون، لهذا فإن هذه الأسمدة تكفي بالحاجة لنمو النبات، لأن زيادة البورون لدرجة معينة لها أثر سام على النبات.

ثاني عشر: المولبيدنم Molybdenum

يعلب المولبيدنم دورا هاما في اختزال النترات إلى الأمونيا. وكذلك يؤدي إلى زيادة نشاط بعض الإنزيمات مثل البيروكسيديز وهو ضروري لإنتاج الفيتامينات. ويؤدي نقص المولبيدنم إلى ظهور أعراض تماثل أعراض نقص النيتروجين. وفي حالة نقص المولبيدنم تضاف عادة كميات قليلة من مركبات المولبيدنم، إما كمساحيق تخلط مع البذور، أو كسوائل ترش على النباتات.

(٤,٨,٣) أنواع الأسمدة: يمكن تقسيم الأسمدة إلى:

أولاً: الأسمدة العضوية Organic manure

يعتبر السماد العضوي من أقدم الأسمدة التي استعملها الإنسان، وهو غير ثابت التركيب، حيث إنه يتأثر بكثير من العوامل مثل نوع الحيوان وغذائه وكذلك نوع الفَرْشَة (bedding) (المواد التي توضع تحت الحيوانات مثل القش أو التبن أو الطمي) وطريقة الحفظ والمعاملة. ويمكن تقسيم الأسمدة العضوية إلى:

١ ـ الأسمدة الحيوانية (البلدية) (farmyard manure). هذا السماد عبارة عن مخلوط مخلفات الحيوانات مضافا إليها الفرشة. وتعتمد جودة الأسمدة الحيوانية على عوامل كثيرة، منها نوع الحيوان، وعمره، وحالته الفسيولوجية، وجنسه، وكمية ونوع الفرشة، وطريقة إعداد السماد، وحفظه. ويستخدم هذا النوع من الأسمدة بصورة رئيسية لتحسين خواص التربة حيث إنه يساعد على التهوية فيها وحفظها للماء والحرارة وكذلك يستخدم للتغطية لمقاومة الصقيع.

مميزات السمادة الحيواني:

(أ) يحتوي على كمية مرتفعة من المادة العضوية.

(ب) يحتوي على كميات لا بأس بها من العناصر الغذائية، مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وكذلك العناصر الغذائية الأخرى.

(جـ) يحتوي على كائنات حية قادرة على تحليل المادة العضوية.

(د) تخفض الأسمدة العضوية درجة حموضة التربة (pH).

طرق إضافة الأسمدة الحيوانية للتربة:

(أ) في حالة الأشجار، ينثر فوق سطح الأرض حول جذوع الأشجار. ويتم تقليبه بواسطة عملية العزيق. وكذلك بواسطة إقامة خنادق تضاف إليها الأسمدة التي تأخذ وقتا طويلا في التحلل.

(ب) في حالة محاصيل الحقل، يوزع السماد البلدي بالحقل، في أكوام صغيرة ثم يقلب في الأرض.

(ج) توضع الأسمدة بين الخطوط، ثم تشق الخطوط فتدفن الأسمدة في باطن الأرض.

(د) توضع الأسمدة في باطن الأرض.

٢ ـ الأسمدة العضوية الأخرى (other organic manures). تتعدد مصادر هذه الأسمدة فمنها الأسمدة الناتجة عن مخلفات المزرعة والقمامة ومخلفات المجاري والمجازر والحيوانات الميتة وكذلك الدم المجفف. ويتوقف تركيب هذه الأسمدة على المصدر الذي صنع منه السماد.

٣ ـ الأسمدة الخضراء (green manures). وهي عبارة عن محصول أو نباتات خضراء رطبة، تزرع وتحرث في التربة كبديل للسماد البلدي. يعتمد نجاح هذا السماد على ظروف التربة، المناخ، المحصول الذي يزرع كسماد أخضر، ثم خدمة المحصول. وتتعدد النباتات التي تستعمل في التسميد الأخضر، ويمكن تقسيمها إلى محاصيل بقولية مثل البرسيم والترمس والنقل الحلو والمر واللوبيا والفاصوليا والفول السوداني والخردل، ومحاصيل غير بقولية مثل الشعير وحشيشة السودان والدخن. وللسماد الأخضر الفوائد التالية:

(ا) زيادة المادة العضوية في التربة.

(ب) توفير العناصر الغذائية في التربة وخاصة النيتروجين. ولكن هذه الزيادة تختلف تبعا لنوع المحصول، وهي مؤقتة.

(جـ) زيادة خصوبة التربة.

(د) خفض درجة حموضة التربة.

(هـ) تحويل بعض المركبات من صورتها غير الصالحة للامتصاص إلى صور صالحة للامتصاص بواسطة النباتات (مثل مركبات الفوسفور والبوتاسيوم).

(و) تحسين خواص التربة الطبيعية مثل التهوية واحتفاظ الأرض بالماء. كما يؤدي إلى زيادة نشاط الكائنات الحية بالأرض.

ثانيًا: الأسمدة الكيماوية Chemical fertilizers

هي الأسمدة الناتجة عن طريق كيماوي وتحتوي فقط بصورة رئيسية على العناصر الغذائية في صورة غير عضوية. ومنها الأسمدة الكيماوية البسيطة، مثل كبريتات الأمونيوم ونترات الكالسيوم، وسلفات البوتاسيوم وكذلك الأسمدة الكيماوية المركبة التي تحتوي على العناصر الثلاثة الكبرى، وهي النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. وقد تحتوي أيضا على بعض العناصر الضرورية الأخرى مثل المغنسيوم والزنك والبورون وغيرها.

وتضاف هذه العناصر إلى التربة بعدة طرق مع الأخذ في الاعتبار العوامل التالية:

- نوع المحصول واحتياجاته الغذائية، وطبيعة نمو مجموعه الجذري وسرعة نموه.
- نوع التربة، وطريقة الزراعة.
- نوع السماد، ومدى ذوبانه.
- وقت إضافة السماد.

وأهم طرق إضافة السماد هي:

١ - نثرا (broadcasting). وهي إضافة السماد للتربة (إما باليد في المساحات الصغيرة أو بالآلة في المساحات الكبيرة) وهي أكثر الطرق استخداما في تسميد المحاصيل الحقلية والبستانية.

٢ - وضع السماد مع البذور (drilling with seeds). وتستعمل هذه الطريقة عند زراعة المحاصيل المختلفة بطريقة الآلة، ويراعى فيها أن يكون وضع الأسمدة أعمق من البذور.

٣ ـ وضع السماد في سطور (banding) . يوضع السماد في هذه الطريقة على شكل أشرطة عند زراعة البذور، وتعتمد طريقة الوضع على معرفة طبيعة النمو الجذري للنباتات المختلفة.

٤ ـ وضع السماد بجانب الجور أو النباتات (side dressing) . ويوضع السماد بهذه الطريقة نثرا بعد ظهور البادرات. ويمكن أن يكون السماد عضوي مع أشجار الفاكهة. وقد توضع كمية من السماد يمكن أخذها باليد (كبشات) على سطح الأرض بالقرب من الجور. وأحيانا يمكن وضعها عند أسفل الجورة وتعرف بطريقة التكبيش. وقد كانت هذه الطريقة شائعة الاستعمال في المساحات الصغيرة ولكن بعد التوسع في زراعة كثير من المحاصيل بدأ يقل استعمالها.

٥ ـ حقن السوائل والغازات (injection) . هذه الطريقة تستعمل مع الأسمدة السائلة والغازات، حيث تضاف للتربة في المناطق الرطبة بطريقة الحقن. وتمتاز هذه الطريقة بأنها تستهلك كميات أقل من الأسمدة بالمقارنة مع الطرق الأخرى.

٦ ـ إضافة الأسمدة مع ماء الري (application with irrigation water) . تستعمل هذه الطريقة مع المخاليط السمادية السائلة المضغوطة والجافة. وقد يضاف النيتروجين ومحاليله المائية وكذلك حمض الفوسفور مع ماء الري. وتضاف هذه الأسمدة عند فتحة الري، إذا كان بالغمر. كما أنها توضع في أوعية خاصة في نظام الري بالتنقيط، أو الري بالرش. ومن مزايا هذه الطريقة توفير الأيدي العاملة وتقليل فقد السماد.

٧ ـ إضافة الأسمدة بواسطة الطائرات (aeroplane application) . عند تسميد المساحات الشاسعة تنثر الأسمدة الجافة والمحاليل بواسطة الطائرات. وتستعمل هذه الطريقة عندما يصعب إضافة السماد بواسطة الطرق الأرضية في الوقت المناسب.

٨ ـ إضافة الأسمدة بالرش على الأوراق (foliar application) . وتستعمل هذه الطريقة مع بعض أشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية، مثل قصب السكر والقمح. وتستعمل هذه الطريقة خصوصا في علاج أمراض نقص بعض العناصر الدقيقة في أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر.

(٩ , ٤) التقليم Pruning

التقليم هو عبارة عن إزالة بعض الأجزاء الحية أو الميتة من الأشجار. ويجرى على أشجار الفاكهة وبعض أشجار الزينة والغابات. كما أن هناك بعض الزهور ونباتات الزينة تحتاج إلى طرق تربية خاصة، كما في الداليا وبسلة الزهور والكرايزنثيم. ويجري التقليم، خاصة في أشجار الفاكهة للأغراض التالية:

١ ـ إنتاج خضري قوي.

٢ ـ تكوين هيكل منتظم للشجرة لتسهيل إجراء العمليات الزراعية المختلفة.

٣ ـ تنظيم توزيع الإثمار على أجزاء الشجرة.

٤ ـ تنظيم الحمل السنوي للأشجار وتقليل خاصية تبادل الحمل (alternate bearing).

٥ ـ تحسين صفات الثمار من حيث الطعم واللون والحجم.

٦ ـ تساعد إزالة الأجزاء المصابة أو الميتة على التغلب على الإصابة بالآفات.

وتدل الأبحاث المختلفة أنه توجد علاقة كبيرة بين التقليم وطبائع النمو وحمل البراعم الزهرية، لذا يجب على المُقَلِّم أن يكون على دراية تامة بطبيعة نمو الأشجار المختلفة، وكيفية حمل هذه الأشجار للبراعم الزهرية. حيث إن طبيعة نمو الأشجار تختلف من صنف إلى آخر، فأشجار بعض الأصناف يكون نموها قائما، قليل التفريع، بينما في أصناف أخرى يكون نمو أشجارها منتشرا جانبيا. وتختلف حاجة كل قسم منها إلى التقليم. ففي الحالة الأولى يحاول المقلم أن يشجع نمو الأفرع الجانبية المنتشرة، بينما في الحالة الثانية يحاول المقلم أن يشجع نمو الأفرع القائمة (بغدادي ومنيسي، **١٩٥٤م، العزوني، ١٩٧٠م)**.

وكذلك توجد علاقة بين التقليم وطبيعة حمل البراعم الزهرية في أنواع الفاكهة المختلفة. فهناك بعض الفواكه تحمل معظم براعمها الزهرية على دوابر ثمرية. وفي بعضها الآخر تحمل معظم البراعم الزهرية على أفرع عمرها سنة واحدة. ولكل منها طريقته الخاصة في التقليم حتى يمكن التحكم في كمية إثمار الأشجار في كل قسم منها.

(١ , ٩ , ٤) تأثير التقليم Effect of pruning

يختلف تأثير التقليم باختلاف ميعاد إجرائه. فالتقليم الصيفي يكون مضعفا للأشجار بصفة عامة، وخاصة إذا كان جائرا لأنه يتسبب عنه إزالة جزء من السطح الورقي للشجرة. وبالتالي يقل تصنيع المواد الغذائية التي تحتاج إليها الأشجار في نموها. ولذلك يجب تجنب التقليم الصيفي للأشجار، ويكون قاصرا على إزالة السرطانات، والنموات التي تتكون في أماكن غير مرغوب تكوين نموات عليها، كما في تربية الأشجار الصغيرة. وأيضا تقصير النموات الطويلة القوية التي يخشى عليها من الكسر بفعل الرياح

أما التقليم الشتوي، فيكون قاصرا على أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق. ويؤثر على الأشجار بطرق مختلفة نوجزها فيما يلي:

١ - التأثير على نمو الأفرخ

يكون نمو الأفرخ على الأشجار المقلمة أقوى منه في الأشجار غير المقلمة.

٢ - التأثير على تكوين البراعم الثمرية

ويختلف ذلك باختلاف عمر الأشجار. ففي الأشجار الصغيرة السن، فإن التقليم الجائر يؤخر من ابتداء حمل هذه الأشجار، فقد تحتاج إلى ٤ - ٥ سنوات بدلا من ٢ - ٣ سنوات. ولذلك يراعى في تقليم الأشجار الصغيرة أن يكون التقليم خفيفا وهذا يساعد على سرعة إثمار الأشجار. أما في الأشجار المثمرة، فإن التقليم الجائر يؤثر فقط على كمية المحصول، حيث يقل محصول الأشجار إذا كان تقليمها جائرا. ولذلك في مثل هذه الأشجار، إذا كان نموها طبيعيا، يكون تقليمها خفيفا. ويكون قاصرا على الخف الخفيف للأفرع التي عمرها سنة، وهذا يساعد على دخول الضوء إلى أجزاء الشجرة الداخلية، وبالتالي يزيد إثمارها. وأيضا يشمل تقليم هذه الأشجار إزالة النموات المصابة والميتة والمتشابكة.

٣ - تأثير التقليم على عقد الأزهار

يساعد التقليم على زيادة عقد الأزهار، وهذا يرجع إلى أن التقليم يوفر الماء والمواد

الآزوتيـة ومـواد أخـرى ضروريـة لعدد من الأزهار أقل مما لو لم تقلم الأشجار. وبذلك تزداد نسبة العقد.

٤ ـ تأثير التقليم على كمية المحصول وصفات الثمار

يلاحـظ بصفـة عامـة أن التقليم الجائر يقلل من المحصول الكلي للأشجار. وكلما زادت شدة التقليم قل المحصـول بدرجـة أكـبر. وعلى العكس من ذلك، فإن التقليم بصفة عامة يساعد على تحسين صفات الثمار سواء كان ذلك في حجم الثمار أو تلوينها.

٥ ـ تأثير التقليم على تعمير الأشجار

لوحظ في بعض أشجار الفاكهة أن التقليم المناسب سنويا يساعد على إطالة عمر هذه الأشجار.

(٢، ٩، ٤) تقليم أشجار الفاكهة Pruning of fruit trees

يلاحظ أن أشجار الفاكهة المستديمة الخضرة لا يسهل تربيتها وتشكيلها بالأشكال المرغـوبة كما في أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق. ولذلك تترك الأشجار تنمو طبيعيا، بعد زراعتها في الأرض المستديمة، بدون تقليم، فيما عدا خف الأفرخ المتزاحمة، وإزالة النموات المصابة والميتة والسرطانات.

أما أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق، فتستجيب بسهولة للتقليم. ولذلك يسهل تربيتهـا وتشكيلهـا بالأشكـال المـرغوبة (نصر، ١٩٧٧م). وقد يرجع ذلك إلى أن دور الـراحـة، والمخزون الكبير من النشا، في الأشجار المتساقطة الأوراق يؤثر بدرجة كبيرة على استجابة هذه الأشجار للتقليم.

وتستعمل عدة طرق هي:

١ ـ الشكل الكأسي: (vase form or open).

٢ ـ الشكل الطبيعي (natural form or central leader).

٣ ـ الشكل ذو الفرع الرئيسي المعدل أو القائد الوسطي المحور (modified central

leader) . والطريقة الأخيرة أكثر شيوعا في تربية أشجار الفاكهة . ولذلك سنتكلم عنها بالتفصيل .

الشكل ذو الفرع الرئيسي المعدل أو القائد الوسطي المحور يمكن إجراؤه كما يلي :

السنة الأولى : في موسم النمو الأول، بعد زراعة الشتلات في الأرض المستديمة، يقصر ساق الشتلة إلى ارتفاع ٦٠ ـ ٧٥ سم تقريبا من سطح الأرض، ثم تزال الأفرع الجانبية، مع عدم الإضرار بالجذع الرئيسي .

يلاحظ نمو الأفرخ النامية وتقصف أطراف الأفرخ غير المرغوبة عندما يصل طولها ٧ ـ ١٠ سم وهذا يشجع نمو الأفرخ الباقية وبذلك يسهل اختيار الأفرع الرئيسية الأولية أثناء التقليم الشتوي الأول، وكذا يساعد على تكوين هيكل الشجرة مبكرا .

وفي التقليم الشتوي الأول، يختار ثلاثة أفرع جيدة النمو، تكون موزعة حول الجذع الرئيسي ، ويبعد بعضها عن بعض مسافة ١٥ ـ ٢٠ سم، ويكون كل فرع على زاوية متسعة نوعا من الجذع الرئيسي ، لتكون قوية الاتصال وليست سهلة الكسر . ويراعى أن يكون الفرع السفلي على ارتفاع ٣٠ سم من سطح الأرض . تقلم هذه الأفرع إلى فرع جانبي خارجي قوي ، بحيث يكون طول كل منها حوالي ٣٥ ـ ٧٠ سم . ويراعى أن يكون الفرع الأوسط بارتفاع أعلى من الأفرع الأخرى، حتى لا تطغي عليه هذه الأفرع وتظلله، وتضعف نموه . هذه الأفرع الرئيسية الأولية (شكلا ١ , ٤، ٢ , ٤)، أما الأفرع الباقية فإنها تزال مع ترك أجزاء قصيرة من قواعدها حتى لا يضر الجذع الرئيسي .

السنة الثانية : في موسم النمو الثاني، تنمو الأشجار وتخرج عليها نموات جانبية كثيرة، وعادة تراعى النموات الجديدة، وتقصف قمم النموات غير المرغوبة، وهذا يقوي نمو الأفرخ المرغوبة .

وفي التقليم الشتوي الثاني تزال جميع الأفرع الجانبية على الجذع الأصلي، تحت منطقة نمو الأفرع الرئيسية، ثم يختار فرعان جانبيان على كل فرع رئيسي. وتقلم هذه الأفرع أيضا إلى فرع جانبي خارجي قوي بحيث يكون طول كل منها حوالي ٣٠ ـ ٥٠ سم تقريبًا، وهذه تكون الأفرع الرئيسية الثانوية، وتزال بقية الأفرع الثانوية (شكلا ٣,٤، ٤,٤). وبعد التقليم الشتوي الثاني فإنه يتم تكوين هيكل الشجرة.

التقليم في السنة الثالثة أو السنة الرابعة: يكون التقليم الشتوي الثالث أو الرابع قاصرا على خف الأفرع المتزاحمة والمتشابكة أو الجافة، حتى يتوافر الضوء داخل الشجرة، مما يشجع تكوين البراعم الزهرية على الأفرع.

أما في أشجار الفاكهة التي تثمر، فالغرض الرئيسي من التقليم هو توجيه الشجرة لتأمين حمل مناسب متوازن مع المجموع الخضري، ويعرف ذلك بتقليم الإثمار. وتقليم الأشجار المثمرة له علاقة وثيقة بعادة حمل الثمار. وبصفة عامه يكون التقليم خفيفا أو متوسطا، بدرجة لا يقل معها إثمار الأشجار بطريقة ملحوظة. كذلك يراعى في تقليم هذه الأشجار إزالة الأفرع المتشابكة والمتزاحمة والمصابة. كذلك يراعى عند تقليم الأفرع عدم تطويشها أو قطعها خلفيا، لأن ذلك يساعد على تكوين نموات كثيرة متزاحمة حول منطقة القطع. وعادة عند تقليم الأفرع أن تقلم إلى نقطة تفرعها إلى فرع جانبي خارجي. وبذلك تكون الأفرع متباعدة عن بعضها، كما نتحاشي تكوين نموات كثيرة متزاحمة، وهذا يناسب تكوين ثمار ذات صفات جيدة.

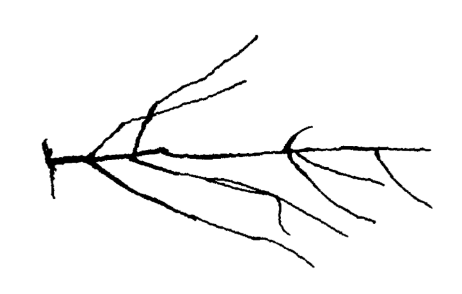
(٣,٩,٤) تقليم التربية في كروم العنب Training and pruning of grapevines

يحتاج العنب إلى طرق خاصة للتربية والتقليم (Winkler, 1974) أهمها من الوجهة التجارية هي:

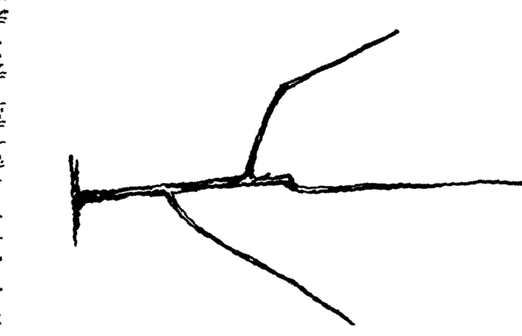
١ ـ التربية الرأسية: Head pruning

٢ ـ التربية القصبية. Cane pruning

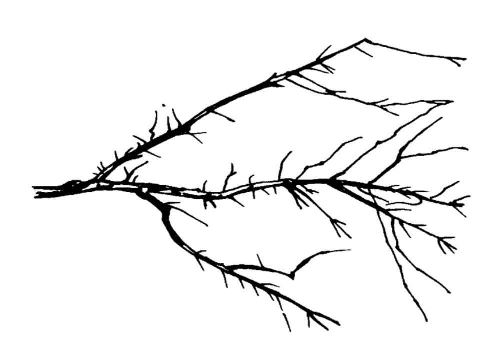
٣ ـ التربية الكردونية: Cordon pruning

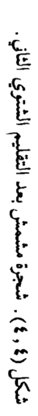


شكل (٤,١). شجرة مشمش بعد انتهاء موسم النمو الأول في الأرض المستديمة.



شكل (٤,٢). شجرة مشمش بعد انتهاء التقليم الشتوي الأول.





شكل (٤،٤). شجرة مشمش بعد التقليم الشتوي الثاني.

شكل (٤،٣). شجرة مشمش عمرها سنتان قبل التقليم الشتوي الثاني.

٤ ـ التربية على تكاعيب: Overhead orbor

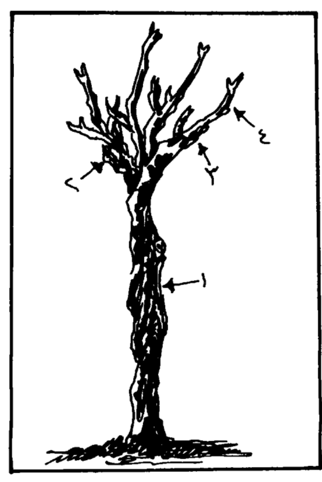
١ ـ التربية الرأسية

وفي هذه الطريقة تكون الكرمات قائمة بنفسها (٥,٤) وتتكون الكرمة التامة النمو من جذع، ينمو عموديا فوق سطح الأرض، ويتراوح طوله من ٦٠ ـ ١٢٠ سم، ولها رأس مكون من أذرع تخرج من قمة الجذع. ويتراوح عدد الأذرع من ٣ ـ ٧ أذرع يختلف طولها حسب الصنف وقوة نمو الكرمة. وفي نهاية كل ذراع يترك عدد من **الدوابر الثمرية القصيرة (٢ ـ ٤ عيون)، وهي التي تتكون منها الأفرخ الخضرية، التي** تحمل الثمار في أثناء موسم النمو، والتي تعطي في النهاية القصبات الثمرية. وعند التقليم الشتوي تقصر هذه القصبات إلى دوابر ثمرية.

وتمتاز هذه الطريقة ببساطة شكل الكرمة، وسهولة تربيتها، وقلة تكاليفها. إلا أن أهم عيوب هذه الطريقة أنها لا تصلح لكل الأصناف، وخاصة الأصناف ذات البراعم القاعدية الخضرية. كما أنها مضعفة للكرمات لشدة التقليم الشتوي الذي يجري عليها.

(٢) التربية القصبية

وفي هذه الطريقة يكون للكرمة جذع، يشبه الجذع في حالة التربية الرأسية، ولكن الاختلاف الأساسي يكون في شكل رأس الكرمة، حيث يكون في هذه الطريقة على هيئة مروحة تقريبا، وفي اتجاه الأسلاك. وتترك في هذه الحالة أربعة أذرع، اثنان في كل إتجاه، ويترك على هذه الأذرع قصبات ثمرية ودوابر تجديدية ـ ويحمل المحصول على القصبات الثمرية، وتزال بعد ذلك عند التقليم الشتوي ـ أما الغرض من الدوابر التجديدية فهي إعطاء قصبتين، إحداهما تستخدم لتكوين القصبة الثمرية، والأخرى تقصر إلى عينين أو ثلاثة، لتكوين الدابرة التجديدية، وهكذا (شكل ٦ـ ٤).

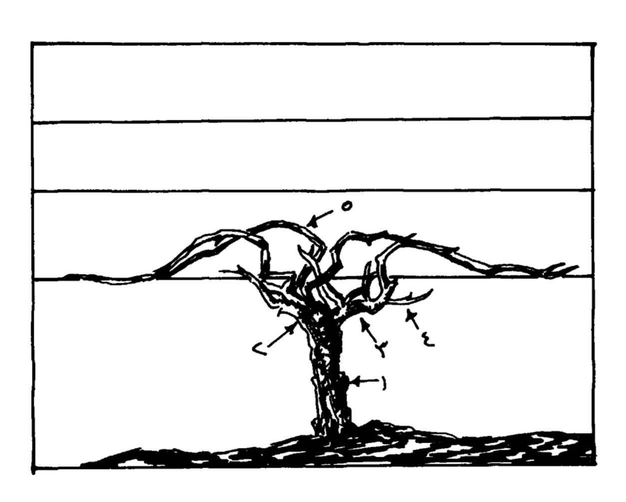


شكل (٤,٥). كرمة عنب مرباة تربية رأسية :
١ - الجذع الرئيسي
٢ - الرأس
٣ - الذراع
٤ - دابرة ثمرية

ومن مميزات هذه الطريقة أن الكرمات فيها تحمل محصولا عاليا، كما أن الكرمات تبدأ في الإثمار مبكرا، وتكون صفات الثمار الناتجة جيدة من حيث الطعم والتلوين. إلا أن أهم عيوب هذه الطريقة أنها مكلفة، حيث تستخدم فيها أسلاك ودعامات عديدة، كما أنها تحتاج إلى خبرة واسعة، ودراية جيدة في اتباعها.

٣ - التربية الكردونية

وتتميز هذه الطريقة (شكل ٤,٧) بوجود جذع طويل يمتد على معظمه أذرع تحمل عددا من الدوابر الثمرية، التي تحمل المحصول، كما في حالة التربية الرأسية،



شكل (٦ , ٤). كرمة عنب مرباة تربية قصبية :

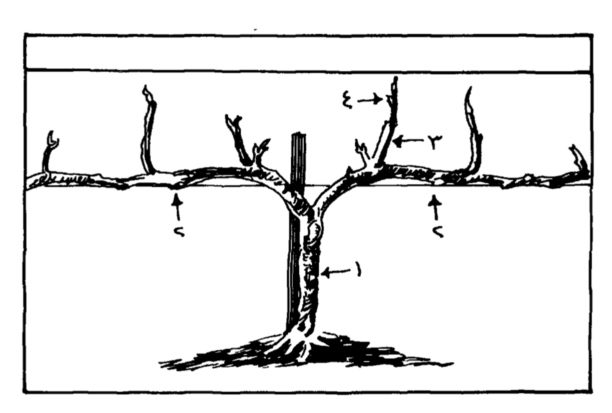
١ ـ الجذع الرئيسي ٤ ـ دابرة تجديدية
٢ ـ الرأس ٥ ـ قصبة ثمرية
٣ ـ الذراع

حيث يكون طول جذع الكرمة ٥ ـ ١٠ أقدام وهناك ثلاثة أنواع من التربية الكردونية وهي :

(ا) التربية الكردونية ذات الذراع الواحد (شكل ٨ , ٤) .
(ب) التربية الكردونية ذات الذراعين .
(جـ) التربية الكردونية الرأسية .

والكردون الأفقي ذو الذراعين ، من أكثرها انتشارا . وفيه يمتد جذع الكرمة رأسيا بطول من ١٨ ـ ٢٠ بوصة ثم ينقسم بعد ذلك الجذع إلى جزئين ، يمتد كل منهما بشكل ذراع مستقيم ، يسند على الأسلاك ، ويترك على الجزء العلوي من كل ذراع

عدد مناسب من الأذرع الصغيرة، التي يترك عليها عند التقليم الشتوي الدوابر الثمرية، كما في حالة التربية الرأسية. أما في حالة التربية الكردونية ذات الذراع الواحد، فنجد فيها الأذرع موزعة في اتجاه واحد، ويمتد الذراع حتى يلامس الكرمة

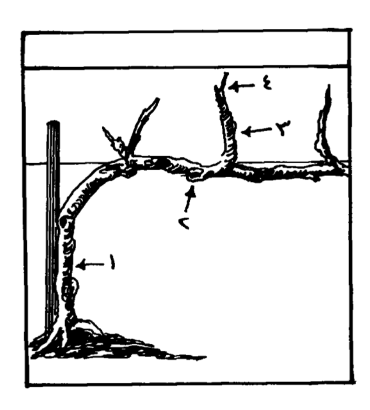


شكل (٧, ٤). كرمة عنب مرباة تربية كردونية ثنائية الذراع:

١ ـ الجذر الرئيسي ٣ ـ الذراع
٢ ـ الكردون الأفقي ٤ ـ دابرة ثمرية

التالية ـ أما في حالة التربية الكردونية الرأسية فتكون الأذرع موزعة رأسيا على الجذع الرئيسي الرأسي.

وأهم مميزات هذه الطريقة، أن المحصول يكون موزعا توزيعا جيدا على الكرمة، وبذلك يكون تلوين الثمار جيدا والمحصول كبيرا، إلا أنه من أهم عيوب هذه الطريقة صعوبة تربية الكرمات، كما تحتاج إلى خبرة واسعة لتربية الكرمات وخاصة خلال السنوات الأولى من إنشاء البستان.



شكل (٤,٨). كرمة عنب مرباة تربية كردونية ذات ذراع واحدة:

١ ـ الجذع الرأسي ٣ ـ الذراع

٢ ـ الكردون الأفقي ٤ ـ دابرة ثمرية

٤ ـ التربية على تكاعيب

تربى الكرمات في هذه الطريقة على تكاعيب (تعريشات)، تصنع من شرائح رقيقة من الخشب، أوجريد النخيل، أو الغاب. ويتراوح ارتفاعها من ١٢٠ ـ ١٨٠ سم ـ وفي هذه الطريقة يكون للكرمة جذع طويل يتناسب مع ارتفاع التكعيبة حيث يترك لكي يطول ويصل إلى ما فوق التكعيبة، ثم يترك فوق التكعيبة، عدد من الأذرع التي يخرج منها عدد من القصبات، ينتخب منها عدد مناسب. وتعامل الكرمات بعد ذلك معاملة الكرمات في التربية الكردونية أو التربية القصبية حسب الصنف.

وتمتاز هذه الطريقة بإعطاء محصول عالي ذو صفات جيدة، إلا أنها تتطلب مجهودا في إقامة التكاعيب، كما يكون إجراء العمليات الزراعية مثل التقليم، جمع الثمار، ومقاومة الآفات صعب على الطرق الأخرى.

وفي المملكـة تنتشـر تربيـة العنب باستخـدام طريقـة التكاعيب القليلة الارتفاع، والتي يتراوح طولها من ٩٠ ـ ١٢٠ سم.

(٤,٩,٤) تقليم نباتات الزينة Pruning of ornamental plants

يلزم في بعض الأحيـان تربيـة أشجـار وشجيرات الزينة، لتأخذ شكـ' هندسيا أو زخرفيا خاصا، يتمشى مع الغرض من تنسيق حدائق الزهور ونباتات الزينة. في نباتات أسيجة الزينة، تقلم الأفرع الجانبية، وكذلك الأفرع القمية، ليكون السياج متماسكا، ويظهر على هيئة كتلة متماسكة.

وفي بعض نبـاتـات الـتر بيـة الخاصة كما في الداليا والكريزانتيم، تقلم النباتات. ويسمـح بتر بيـة عدد معـين من الأفـرع وبطـول متسـاو، وبـذلك عند الإزهار، تظهر الأزهـار على هيئـة قرص واحـد. وفي أشجـار الظـل، يراعى أن تكون الأفرع السفلي أفقية، ومنتظمة التباعد عن بعضها. وفي الأشجار المخروطية تقلم الأفرع الزائدة عن الشكل الطبيعي، ليحافظ على شكل الأشجار.

(٤,٩,٥) أشجار الغابات Forest trees

يحدث التقليم في أشجار الغابات إما بطريقة طبيعية (ذاتية)، حيث يحدث ببطء، خلال فترة حيـاة المجمـوعة الشجرية. أو بطريقة صناعية حيث تزال الأفرع من أجزاء معينة من تيجان الأشجار، بغرض زيادة جودة وقيمة المحصول الخشبي الناتج:

١ ـ. التقليم الطبيعي

يمكن تلخيص خطـوات التقليم الطبيعي في القتـل، سقـوط الأفـرع، وغلق أو التئـام قاعـدة الفـرع. وتتقـدم هذه الطـريقـة من مستـوى سطـح الأرض إلى أعلى. ويتحـدد معـدل موت الأفرع السفلى بقوة نمو الشجرة، وبكثافة المجموعة الشجرية. فعند تشابك أفرع الأشجار مع بعضها، تضعف الأفرع السفلى وتموت. ومن الممكن الإسـراع من معـدل التقليم الطبيعي وذلـك بزيـادة الكثـافة الشجرية، إلا أن هذا قد يكون على حساب النمو القطري للأشجار.

٢ ـ التقليم الصناعي

يهدف التقليم الصناعي إلى إنتاج أخشاب خام خالية من العقد (knots) في دورات قصيرة، بالإضافة إلى إزالة الأفرع المصابة بالفطريات أو الحشرات. كما أن التقليم يسهل من الانتقال داخل المجموعة الشجرية، لإجراء بعض العمليات الأخرى مثل الخف. وعلى ذلك يمكن لمربي الأشجار الخشبية أن يتحكم في نوعية الخشب الناتج، وذلك عن طريق إجراء عمليتي الخف والتقليم (بدران وقنديل، ١٩٧٤ وDaniel *et al.*, 1979).

ولا يؤدي التقليم الذي يجري بطريقة سليمة إلى أي أضرار لأشجار الغابات. ولكن التقليم غير السليم يسبب أضرارا عديدة للأشجار، وذلك عن طريق ترك جروح تمتد إلى منطقة الكامبيوم، وقد تصل إلى منطقة الخشب. وترجع هذه الأضرار إلى سوء استخدام أدوات التقليم أو إلى إجراء عملية التقليم خلال فصل النمو. وقد يكون التقليم مضرا للأشجار، خاصة البطيئة النمو، عندما تزال منها أفرع كبيرة، مع نسبة عالية من تاج الشجرة.

وقد يقلل التقليم الجائر من نمو الأشجار في الطول والقطر، حيث إن الأشجار التي لم تقلم، قد تطمس الأشجار المقلمة جائرا. ومن ناحية أخرى، فإن إزالة الأفرع السفلى المظللة وضعيفة الأوراق بواسطة التقليم لا تقلل من معدل النمو بل قد تسرع منه.

ويجب أن تقلم الأشجار وهي في المرحلة الشابة، حيث تكون سريعة النمو، وتغطي الجروح الناتجة من عملية التقليم. أما الأشجار كبيرة الحجم وسريعة النمو فلا ضرر من نقليمها، حيث يستفاد في تلك الحالة من عائد عملية التقليم والذي يتمثل في زيادة الناتج الخشبي. وتجري عملية التقليم في أي وقت خلال موسم السكون، ويفضل أواخر الشتاء وأوائل الربيع بالنسبة للأشجار المخروطية، بينما يفضل آخر الصيف والخريف لصالدات الأخشاب. ويجب تفادي إجراء التقليم أثناء الربيع

والصيف، حيث يسهل خلال هذه الفترة تقشير القلف، ومن ثم ترك جروح تسبب العدوي بالفطريات.

(٤,١٠) خف الثمار Fruit Thinning

تزهر أشجار بعض أنواع الفاكهة بغزارة، وتعقد عددا من الثمار، أكثر مما يمكن لها إنضاجه بحالة جيدة، وتكون النتيجة صغر حجم الثمار، وقلة تلوينها، ورداءة مذاقها. وفي هذه الحالة ينصح بخف الثمار، أي بإزالة جزء من الثمار المحمولة على الأشجار. يكون خف الثمار له بعض التأثيرات نوجزها فيما يلي:

١ - زيادة حجم الثمار المتبقية على الأشجار بعد عملية الخف.

٢ - تحسين لون وطعم الثمار.

٣ - تقليل احتمال انكسار الأفرع نتيجة للحمل الغزير.

٤ - يساعد على انتظام إثمار الأشجار سنويا، خاصة في الأصناف التي لها صفة الحمل المتبادل (المعاومة).

٥ - إزالة الثمار المصابة بالحشرات والأمراض، وبذلك يتحسن المحصول الناتج.

٦ - تقليل تكاليف جمع الثمار نتيجة لتقليل عدد الثمار التي تحملها الأشجار.

٧ - تقليل المحصول الكلي للأشجار بالرغم من أنه يساعد على تحسين صفات الثمار.

ويجري خف الثمار وهي صغيرة لا يتجاوز قطرها ١ - ٢ سم، ويختلف ذلك باختلاف نوع الثمار المراد خفها. وثبت من التجارب أنه كلما أجري الخف مبكرا، كان تأثيره كبيرا وإيجابيا. وبعض مزارعي الفاكهة يقوم بإجراء خف الثمار بعد انتهاء تساقط يونيو (June drop). ففي بعض الأحيان يكون هذا التساقط كبيرا، وبذلك تقل الحاجة إلى خف الثمار.

ويرجع التأثير الفسيولوجي للخف على أن الإزهار والإثمار عمليتان منهكتان للأشجار، أي تستنفذ في تكوينها جزءا كبيرا من المواد الكربوهيدراتية والآزوتية العضوية والمعدنية. ويكون ذلك على حساب النمو الخضري وتكوين البراعم

الثمرية. ولذلك نجد أن عدم خف الثمار في السنوات التي يكون فيها الإثمار غزيرا فإن ذلك يؤثر تأثيرا واضحا على النمو الخضري والإثمار في السنة التالية، فيكون النمو الخضري ضعيفا والإثمار قليلا، لعدم توفر المواد الغذائية اللازمة للنمو الخضري وتكوين البراعم الثمرية. وتدفع هذه الحالة الأشجار إلى الحمل المتبادل.

(٤,١١) الحمل المتبادل أو المعاومة في أشجار الفاكهة Alternate Bearing

يلاحظ في بعض أشجار الفاكهة، مثل نخيل التمور والزيتون والمانجو الزبدية (الأفوكادو) وبعض أصناف التفاح والكمثرى واليوسفي البلدي، أن الأشجار تحمل محصولا غزيرا في سنة، يطلق عليها سنة الحمل الغزير (on-year)، وتحمل في السنة التالية محصولا قليلا أو لا تحمل إطلاقا وتسمى سنة الحمل الخفيف (off-year). **وتعرف هذه الظاهرة بالحمل المتبادل أو المعاومة (بغدادي ومنيسي، ١٩٥٤م). ويساعد** على ظهور الحمل المتبادل، أي ضرر يحدث للبراعم الزهرية أو الأزهار أو الثمار الحديثة العقد، فيجعل الأشجار تحمل محصولا خفيفا في هده السنة. وتكون النتيجة أن الأشجار تحمل محصولا غزيرا في السنة التالية.

ومن الدراسات التي أجريت على هذه الظاهرة، وجد أنها ترتبط إلى حد كبير، بنقص المواد الكربوهيدراتية المخزنة في الأشجار. حيث إنه في سنة الحمل الغزير، تستهلك كمية كبيرة من هده المواد، وبالتالي تعاني الأشجار من نقص هذه المواد في السنة التالية، أي سنة الحمل الخفيف. كما يعتقد البعض الاخر ان من الاسباب الرئيسية التي تدفع الأشجار نحو هذا السلوك هو عدم ملاءمة نسبة الكربون إلى النيتروجين (C:N ratio). ويرى فريق آخر من الباحثين، أن هذه الظاهرة، قد تكون مرتبطة بالمواد المنظمة للنمو التي لها علاقة بعملية الإزهار في أشجار الفاكهة. ويعتقد البعض الآخر أن التركيب الوراثي قد يكون له علاقة بالحمل المتبادل.

ويمكن تخفيف أو تقليل عادة الحمل المتبادل باتباع التالي:

١ ـ الخف المبكر للأزهار والثمار في سنة الحمل الغزير.

٢ ـ المحافظة على المسطح الورقي للأشجار.

٣ ـ العناية بالتسميد في سنة الحمل الغزير خاصة التسميد الآزوتي المعدني.
٤ ـ زراعة الأصناف المنتظمة الحمل.

(٤، ١٢) الآفات الزراعية Agricultural Pests

تعرف الآفات الزراعية بأنها مجموعة المخلوقات البيولوجية من حشرات (insects) وحشائش (weeds)، ومسببات الأمراض (pathogens)، التي تحدث التلف (damage) أو المرض (disease) أو المنافسة (competition) للمحاصيل الزراعية (Janick *et al.*. 1974) وتسبب الإصابة بهذه الآفات فقدا كبيرا في المحصول كل عام قد يصل إلى (٣٥٪) من الإنتاج العالمي الكلي.

وتصاب المحاصيل الزراعية بعدة أمراض وأضرار، يمكن إيجازها فيما يلي:

(٤، ١٢، ١) أمراض طفيلية Parasitic diseases

قد تتسبب عن فطريات (fungi) أو بكتريا (bacteria) أو نباتات بذرية متطفلة (parasitic plants) أو طحالب (algae) أو نيماتودا (nematodes).

(٤، ١٢، ٢) أمراض فيروسية Virus diseases

وهي مجموعة من أمراض تنتقل من النباتات المصابة إلى الأخرى السليمة، إما بمجرد اللمس أو بتلقيحات عصارية، أو التطعيم وتنتقل معظم أمراض الفيروس في الظروف الطبيعية بواسطة بعض الحشرات مثل الذبابة البيضاء (white fly) والتي تنقل مرض تجعد الأوراق (leaf curl) في محاصيل كالطماطم والقطن وغيرهما.

(٤، ١٢، ٣) أمراض غير طفيلية Non parasitic diseases

وتشمل الأمراض غير الطفيلية غير الطفيلية كثيرا من الاضطرابات الوظيفية أو المورفولوجية، التي يكون سببها نقصا في عامل وراثي، أو قد يكون سببها أحد الظروف البيئية غير الملائمة في التربة أو الهواء، أو قد يرجع سببها إلى تأثيرات ميكانيكية ضارة، ونذكر مثلا مرض لفحة الشمس (sun scorching)، والتعفن الطرفي للثمار

(blossom end rot) ، وجفاف الثمار (fruit drying) ، التي تصيب كثيرا من محاصيل الخضر والفاكهة .

(٤ , ١٢ , ٤) أضرار الحشرات Insect damages

تؤثر الحشرات على النباتات تأثيرا ضارا نتيجة لأنشطتها المختلفة :

١ - بعضها يمتص عصارة النبات .
٢ - بعضها يحفر داخل ساق النبات .
٣ - بعضها يتغذى على الثمار والأوراق .
٤ - بعضها يتغذى على الأجزاء الأرضية للنبات مثل الدرنات والجذور .
٥ - بعضها ينقل المرض كما سبق ذكره .
٦ - بعضها يصيب الحبوب .

(٤ , ١٣) الحشائش Weeds

الحشائش عبارة عن نباتات تنمو في مكان غير مرغوب تواجدها فيه . فإذا وجدت نباتات الشعير في حقل قمح تعتبر حشائش ، ويمكن للحشائش أن تنمو في بيئات متباينة بدرجة كبيرة أو صغيرة ، ولها القدرة أيضا على إنتاج أعداد هائلة من البذور التي تحافظ على حيويتها لعدة سنوات في التربة .

وتختلف الحشائش في العمليات الفسيولوجية والصفات المورفولوجية ، وعادات وطبيعة النمو ، فتختلف طبيعة النمو من طفيليات - كالحامول (dodder) ، إلى نباتات قوية مستقلة . ومع أن معظم الحشائش عشبية ، إلا أنه توجد حشائش شجيرية ومتسلقات وأشجار .

(٤ , ١٣ , ١) أضرار الحشائش Damage Caused by weeds

وتؤثر الحشائش كثيرا على الحاصلات النباتية المختلفة ، نتيجة للمنافسة بينها على الماء والضوء والعناصر الغذائية ، كما أنها تؤثر على القنوات والمصارف والترع والطرق الزراعية ، كما تؤثر بعضها على الصحة العامة فبعضها سام للإنسان والحيوان وبعضها يسبب أمراضا جلدية ، كما تعمل كعوائل وسيطة للحشرات والأمراض ، التي

تهاجم النباتات الاقتصادية، وكذلك ترفع تكاليف العمالة، والآلات، وتخفض من القيمة الاقتصادية للأرض.

(٢، ١٣، ٤) انتشار الحشائش Dissemination of weeds

تنتقل الحشائش من مكان إلى آخر بعدة وسائل منها:

١ - البذور غير النقية

يلجأ الكثير من المزارعين إلى زراعة البذور غير النظيفة، والمختلطة ببذور الحشائش، لأنها أرخص ثمنا. ومن الواجب العمل على نشر البذور المعتمدة (certified seeds) المفحوصة فحصا معمليا لنقاوتها.

٢ - السماد الحيواني

يحتوي عادة السماد الحيواني المُصَنَّع من مناطق ملوثة وموبوءة بالحشائش، على بذور الكثير من الحشائش، وبالتالي تؤدي إضافته للتربة قبل تحلله، على انتشار الحشائش، ولهذا يجب عدم استخدام مثل هذا النوع من السماد، إلا بعد تركه لفترة حتى يتحلل، لأن كثيرا من بذور الحشائش تفقد حيويتها نتيجة ارتفاع الحرارة في كومة السماد.

٣ - الدريس ومواد العلف

يحتوي الدريس وكثير من أنواع العلائق على بذور بعض الحشائش التي تنتشر في الحقل بعد تغذية الحيوانات عليها.

٤ - آلات الحصاد والدراس

جرت العادة على تشغيل ماكينات الدراس والحصاد في أكثر من مزرعة واحدة. ومن المعروف أنه كثيرا ما تبقى أجزاء من القش والتراب مختلطة مع بذور الحشائش، في داخل مثل هذه الآلات أثناء تشغيلها، الأمر الذي يعمل على انتشار الحشائش من مزرعة إلى أخرى، ما لم يقم المزارع بتنظيف تلك الماكينات جيدا من بذور الحشائش قبل إجراء عمليات الحصاد والدراس في كل مزرعة.

٥ - الريـــاح

تسـاعـد الـريـاح على نقـل بذور الحشائش المتحورة، المحتوية على وسائل انتثار كالشعـيرات أو الأجنحـة وغيرها من التحورات، التي تسهل عملية حمل البذور بالهواء ونقلها من مكان لآخر. ومن المستحيل منع وصول بذور الحشائش المحمولة بالرياح إلى الحقـول المـزروعـة، ولـو أنـه يمكن إبعـادهـا بتنظيف الأسـوار والمنـاطق المهملة (غير المزروعة) المحيطة بالحقول من هذه الحشائش بأي وسيلة من وسائل المقاومة، لمنعها من التكاثر وإنتاج كميات كبيرة من البذور.

٦ - مـاء الـري

لبعض بذور الحشائش أو أجزاء الحشائش القدرة على أن تطفو على سطح المياه، ولـذلـك تنتقـل مع مياه الري من حقل لآخر. وقد يفيد استعمال الشبكات السلكية في التقليل من خطورة هذه الوسيلة في انتقال الحشائش.

٧ - الحيوانات والطيور

تشتبـك بذور أو ثمار الحشـائش المحتـويـة على أشواك أو خطاطيف بصوف أو فراء الحيـوانـات التي تقـوم بدورهـا بنقلهـا من مكـان لآخر كما تقوم الطيور أيضا بنقل بذور الحشـائش إمـا عن طريق أكلهـا، وخروجها من الأمعاء سليمة، في مكان آخر، أو عن طريق التصاق البذور الصغيرة في تلك الطيور وسقوطها في مكان بعيد. كما قد تلتصق بذور الحشائش بالطين العالق بأرجل الحيوانات حيث تنتقل معها.

كما وجد أن كثيرا من بذور الحشائش يحتفظ بحيويته بعد مروره بالقنوات الهضمية للحيوانات أو الدواجن، لذلك إذا أخذ سماد هذه الحيوانات دون أن يكمر لمـدة **٢ - ٣** شهور على الأقل أنبت الكثير من هذه البذور.

٨ - الأماكن المهملة

يلاحظ نمو الحشائش بكثرة على جوانب الطرق الزراعية والأماكن المهملة، وهذه طبعا لا يهتم المزارع بمقاومتها. وبذلك تكون مصدر عدوي للحقول المجاورة لها باستمرار.

(٣ , ١٣ , ٤) مقاومة الحشائش Control of weeds

وتعتبر طريقة زراعة المحصول، وعمليات الخدمة، واتباع الدورات الزراعية المناسبة، من أقدم الطرق التي اتبعت لمقاومة الحشائش. ويؤثر على هذه الطرق عدة عوامل، مثل نمو الحشائش، وقدرتها التنافسية، ومدى انتشار الحشائش، والأدوات المزرعية والظروف الاقتصادية . . الخ. وبظهور مبيدات الحشائش المختلفة، تحول اهتمام المختصين بموضوع المقاومة نحو دراسة خواص ووظائف المواد الكيماوية المختلفة.

ويمكن تقسيم طرق المقاومة كما يلي:

١ ـ الطرق الميكانيكية

وتشمل الطرق الميكانيكية لمقاومة الحشائش طريقة أو أكثر من الطرق التالية:

(أ) قلع الحشائش باليد. تستخدم هذه الطريقة في القضاء على بادرات أي نوع من أنواع الحشائش، سواء كانت حولية أو ذات حولين، والتي توجد حول النباتات أو بينها، بحيث يصعب عزقها خوفًا من تكسير نباتات المحصول. كما تستعمل أساسًا في نقاوة الحشائش من المحاصيل التي يتعذر عزقها، مثل الأرز. كما تستخدم في إزالة الحشائش من حدائق المنازل والمسطحات الخضراء. ومن المفضل قلع البادرات وهي صغيرة قبل أن تكوِّن بذورها.

(ب) العزق. تتشابه نباتات الحشائش مع المحاصيل، في أنها تكون ضعيفة في طور البادرة. ولذلك فإن عزق الأرض والحشائش صغيرة، يقضي عليها، سواء كانت تلك الحشائش ناتجة من بذرة أو من أعضاء التخزين في الحشائش المعمرة. ولقد وجد أن طريقة العزق تنجح في القضاء على الحشائش الحولية التي تتكاثر بالبذرة، ولكنها لا تقضي على الحشائش المعمرة لأن قلع البادرات لا يمنع الجذور من أن تعطي نباتات جديدة، الأمر الذي يستدعي تكرار العزق. أو أن يقوم المزارع بإزالة تلك الجذور من تحت سطح التربة وحرقها. ويجري العزق إما بالفأس (المسحاة) أو بواسطة العزاقات الآلية.

(جـ) الحرث والتمشيط. يعتبر القضاء على الحشائش والأرض بور لم تزرع أفضل

بكثير من مقاومتها والأرض مزروعة، ولذلك يجب العمل على تشجيع بذور الحشائش على الإنبات، بعد حصاد المحصول وقبل زراعة المحصول التالي، ثم القضاء على نمواتها السطحية بواسطة الحرث أو التمشيط، الذي يؤدي إلى دفنها تحت التربة وموتها أو تعريضها للشمس فتجف وتموت. ويمكن تشجيع بذور الحشائش على الإنبات عن طريق خربشة الأرض أو ريها بعد الحصاد فتنبت تلك البذور ثم تحرث بعد ذلك للقضاء عليها قبل زراعة المحصول التالي.

(د) **الحش.** يلجأ بعض المزارعين إلى حش الحشائش في الحالات التي تكون فيها تلك الحشائش قد أصبحت كبيرة بحيث يصعب عزقها، ويجري الحش لمنع تلك الحشائش من تكوين بذورها ولذلك فإن أحسن وقت للقضاء على الحشائش بالحش هو الوقت الذي تكون فيه تلك الحشائش في طور الإزهار. والتبكير بحش الحشائش قبل الإزهار يؤدي إلى إزالة النموات السطحية، ولكنه لا يمنعها من النمو ثانية إذا كانت الحشائش معمرة، أما إذا تأخر حش الحشائش عن طور الإزهار، وبعد أن تكون قد كونت بذورها فإن الحش يقضي على الحشائش، ولكنه لا يمنع النباتات من تكوين البذور التي تصبح مصدرًا للمتاعب في العام التالي.

وتعتبر هذه الطريقة فعالة في مقاومة الحشائش التي تنمو في محاصيل العلف أو في حقول الحبوب التي تحش عند حصادها. وأيضًا تلك الحشائش الموجودة على الطرق الزراعية والسكك الحديدية وعلى جوانب الترع وأيضًا الأراضي المهملة والمسطحات الخضراء.

(هـ) **التغطية بالقش أو الورق.** يستخدم القش أو الدريس أو الورق أو رقائق البلاستيك أو نشارة الخشب في تغطية سطح التربة الموبوءة بالحشائش وعلى الأخص المعمرة، وذلك في المسافات بين النباتات أو حول الأشجار والشجيرات. ويراعى أن يكون عمق الغطاء كافيًا لتغطية أي نمو للحشائش. وتستند هذه الطريقة على منع الضوء عن نباتات الحشائش وبالتالي إيقاف عملية التمثيل الضوئي وموت النبات في النهاية، وبجانب التخلص من الحشائش تفيد التغطية خصوصًا برقائق البلاستيك في حفظ الرطوبة الأرضية والحماية من أضرار الصقيع

في فصـل الشتـاء، ولارتفـاع تكـاليف هذه المواد يجعل استعمالها مقصورًا على المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية وفي المساحات الصغيرة.

٢ ـ الحرق والبخار

تستعمل طريقة الحرق أساسا في التخلص من الحشائش النامية على جسور الترع والمراوي، أو الطرق الزراعية والسكك الحديدية. وقد تستعمل طريقة الحرق في مقاومة الحشـائش النـامية في حقول بعض المحاصيل كالقطن والبصل والذرة والخروع، حيث تكـون هذه المحـاصيـل أكثـر تحمـلا للنـار من بادرات الحشـائش الصغيرة. وفي حالة القطن، يجب ألا يقـل ارتفـاع النبـات عن ١٥ سم، حتى يمكن توجيـه اللهب أسفل الأوراق. وألا يقـل سمـك ساق القطن عن ٠,٥ سم لتتحمـل الحـرارة الشديدة، كما تستخـدم النـار أيضـا في التخلص من الحامول *(Cascuta planiflorae)*، الذي يتطفل على نباتات البرسيم الحجازي، إذا كانت الإصابة قاصرة على بعض البقع المتناثرة بالحقل.

ويستعمـل البخـار السـاخن المـار في أنـابيب خاصة في قتل الحشائش الموجودة في مراقد البذور بالصوبات الزجاجية.

٣ ـ الغمر بالماء

تستعمل هذه الطريقة في مقاومة الحشائش في بعض المحاصيل، وخاصة تلك التي تنمو في بيئة مائية كالأرز ولقد وجد أن غمر الأرض بالماء إلى عمق ١٥ ـ ٢٥ سم، ولمدة ٢ ـ ٣ أسابيع، مع مراعاة تغطية جميع أعضاء الحشائش بالماء، طوال فترة الغمر بالماء، قد حد من نمو وانتشار بعض الحشائش المعمرة مثل الدنيبة *(Echinochloa crus-galli)* والعليق *(Convolvulus arvensis)* وغـيرهـا. وتبنى طريقة الغمر بالماء على أساس منع الأكسجين من الوصول إلى جذور النباتات فتختنق وتموت. في حين أن لبادرات الأرز القدرة على النمو تحت سطح الماء باستعمالها الأكسجين الذي ينتج أثناء عملية التمثيل الضوئي وينتقل من الأوراق إلى الجذور.

٤ ـ الطرق الزراعية

وتشمل ما يلي:

(أ) **اتباع الدورات الزراعية**. من المعروف أن هناك أنواعًا من نباتات الحشائش، توجد بكثرة من غيرها في محاصيل معينة دون أخرى، لذلك يزداد نمو الحشائش وانتشارها، إذا استمر المزارع في زراعة أرضه بمحصول واحد عامًا بعد عام. وعليه فإن اتباع الدورات الزراعية المناسبة في المنطقة، يعتبر طريقة فعالة لتقليل نمو ووجود هذه الحشائش في المحاصيل النامية معها، خاصة إذا احتوت الدورة على محصول يزرع على مسافات، بحيث يمكن عزقه كالذرة والقطن، ومحصول يزرع متكاثفًا ويحش كالبرسيم.

(ب) **زراعة المحاصيل المنافسة**. إن زراعة المحاصيل المنافسة، تعتبر من أرخص طرق مقاومة الحشائش وأكثرها فائدة للمزارع، حيث إنها تدل على حسن استخدام المحصول، وتطبيق أفضل الوسائل في الإنتاج الزراعي. وعند التفكير في مبدأ المنافسة يجب ألا يغيب عن البال أن نباتات الحشائش ذات قابلية شديدة للمنافسة، فهي تستطيع مقاومة الظروف غير الاعتيادية، مقارنة بنباتات المحاصيل. لذلك يجب التدقيق في اختيار المحصول المنافس، بحيث تتوافر فيه سرعة النمو وكثافته، وارتفاع الساق وكثرة الأوراق، بحيث يظلل الحشائش ويقتلها، أو يضعف نموها نتيجة منع الضوء عنها. كما يجب أن تكون هذه المحاصيل قادرة على منافسة الحشائش، في الحصول على الماء، والعناصر الغذائية بدرجة تمنع النموات السطحية للحشائش من النمو. وتضعف جذورها، ويؤدي إضعاف الجذور إلى سهولة مقاومة الحشائش في الزراعة التالية، بواسطة العزق. ومما يزيد من سرعة منافسة المحاصيل للحشائش، زراعتها في الوقت الملائم لإنباتها، بحيث تنبت وتنمو بسرعة فتظلل الحشائش. هذا فضلاً عن أن زيادة معدل تقاوي المحصول، قد يفيد في مقاومة الحشائش لأن زيادة كثافة نباتات المحاصيل في الحقل سوف يجعل المحصول ينافس الحشائش بشدة.

ومن المحاصيل المنافسة التي يمكن زراعتها بنجاح هي البرسيم الحجازي

والشعير والقرطم وغيرها. أما نباتات المحاصيل الضعيفة المنافسة، فهي الكتان وبنجر السكر وخاصة في أدوار نموها الأولى.

٥ ـ الطرق البيولوجية

تعتمد هذه الطريقة على استخدام العدو الطبيعي (natural enemy) لنباتات الحشائش، كالحشرات أو الفطريات أو البكتريا أو الحيوانات، على أن يكون بنفس الوقت، عديم الضرر للنباتات الاقتصادية. ولقد استعملت هذه الطريقة في أمريكا في القضاء على حشيشة الـ *Cirisum arvense*، وذلك بعمل عدوي صناعية للحشيشة بفطر الصدأ المسمي *Puccinia suaveolens* فقضي عليها. كما قامت أستراليا بمقاومة نبات الصبار والتين الشوكي التابعين لجنس *Cactus, Opuntia* بواسطة الفراشة القارضة *Cactoblostis cactorum* والتي استوردتها من الأرجنتين.

وقد استخدمت أنواع أخرى من الكائنات الحية مثل الأسماك، لمقاومة الأعشاب المائية (aquatic weeds)، والأوز لمقاومة الحشائش في حقول القطن. حيث يفضل الأوز التغذية على الحشائش النجيلية الصغيرة. وجربت بعض الفطريات البكتريا والفيروسات، ولكنها كانت فاشلة بسبب طفورها المستمر وإنتاجها لسلالات جديدة تهاجم عدة عوائل ولذلك كانت غير متخصصة. كما استخدمت حيوانات الرعي لمقاومة أنواع المراعي غير المستساغة.

ومن عيوب طريقة المقاومة الحيوية أنها بطيئة جُدا، ولا يمكن استعمالها تحت ظروف الزراعة المكثفة، كما أنه قد تصبح الحشرات أو الكائنات الحية المستخدمة آفة خطيرة، تهاجم بعض المحاصيل أثناء، أو بعد مقاومتها للحشائش، كما حدث في أستراليا، حيث تطفلت الحشرات على بعض أنواع السعد (*Cyperus* ssp.) المستخدمة كمحصول للعلف الأخضر.

وتمتاز المقاومة الحيوية للحشائش بأنها غير مكلفة نسبيا ولا تحتاج إلى آلات أو أدوات خاصة لتطبيقها، كما في الطرق الميكانيكية كما أنها لا تخلف أي بقايا ضارة بالتربة كما في الطرق الكيماوية.

٦ ـ الطرق الكيماوية

وهي تشمل:

(ا) المبيدات المتخيرة. وهي عبارة عن مركبات كيماوية إذا أضيفت إلى خليط من النباتات (سواء كانت عريضة أو ضيقة الأوراق) تضر أو تقتل بعض الأنواع أي أن مفعولها اختياري. والمثال المعروف لهذه المبيدات الاختيارية هو مادة (2,4-D) الـذي يقضي على الحشائش عريضة الأوراق، إذا رش على الأوراق الموجودة في النباتات ضيقة الأوراق، كما توجد مبيدات متخيرة أخرى.

(ب) مبيـدات غير متخـيرة. وهي مركبات كيماوية تضاف إلى الأوراق أو التربة، وتقضي على جميع أنواع الحشائش. ومن أمثلتها المركبات الزرنيخية والكلورات ومركبات البورون وغيرها.

وتشمل كل المبيدات المتخيزة وغير المتخيرة قسمين رئيسيين:

ـ مبيدات تضاف إلى النباتات على هيئة محلول (رش) أو بودرة (تعفير).

ـ مبيدات تضاف إلى التربة، وتصيب الجذور وهذه تسمى معقمات التربة.

الفصل الخامس

النظم المزرعية*
Cropping Systems

● الزراعة المتنقلة أو البدائية ● الزراعة الحديثة ● اختيار النظم الإنتاجية المزرعية ● نظام زراعة المحصول الواحد ● نظام زراعة المحاصيل المتعددة ● الأنماط المحصولية المختلطة وزيادة الإنتاج ● العلاقة بين مكونات النمو المحصولي والإنتاج ● استقرار الدخل في نظام الزراعة المتعددة

(٥, ١) الزراعة المتنقلة أو البدائية
Shifting Agriculture (Swidden Cropping)

يبذل المزارعون قصاري جهدهم، للحصول على أكبر عائد ممكن مع أقل تكلفة. ومع ذلك فإن عوائد الإنتاج والأرباح تختلف كثيرا حسب المكان والموسم. ففي مناطق العالم ذات الكثافة السكانية المنخفضة، مثل الولايات المتحدة وكندا واستراليا فإن أجور الأيدي العاملة هو الأساس المحدد لتكلفة الإنتاج، وأكثر أهمية من الإنتاج الكلي. وتحت هذه الظروف تصبح زراعة بعض الأراضي وإنتاج بعض المحاصيل، خاصة التي تتطلب أيدي عاملة كثيرة، غير اقتصادي، إذا أخذنا في الاعتبار كمية الإنتاج المحدود الذي سوف يتحصل عليه. ويعتمد الإنتاج في مثل هذه الظروف على استخدام مكثف للميكنة الزراعية، مع قلة الأيدي العاملة المستخدمة بالنسبة للمساحة،

---

*حسن إبراهيم سيد، محمد عمر غندورة ومحمود محمد حبيب

ويعرف هذا النوع من الإنتاج بالزراعة الخفيفة (extensive agriculture) . أما في المناطق المزدحمة بالسكان، حيث تتوفر الأيدي العاملة بتكلفة قليلة، مثل آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية، فإن العمالة تكون أقل أهمية من كمية الإنتاج. فيتم استزراع كل شبر من الأرض على حساب العمل المضني والساعات الطويلة. ويكون الإنتاج من وحدة المساحة ولكل وحدة من الخدمة الفلاحية أعلى مما في حالة الزراعة الخفيفة. يعرف هذا النوع من الإنتاج بالزراعة الكثيفة (intensive agriculture) . حيث يكون استخدام الميكنة قليلا مع زيادة في الأيدي العاملة المستخدمة بالنسبة لوحدة المساحة.

وهناك تغير مستمر في نظم الإنتاج المزرعية، نتيجة التغير في العوامل الاقتصادية، رغبة في مواجهة زيادة عدد السكان في العالم. ففي الولايات المتحدة بدأ الاهتمام بالإنتاج الكلي أن يصبح أكثر أهمية من الاهتمام بالفائض، والذي تسبب في اختلال النظام الاقتصادي الزراعي لعديد من العقود. وفي اليابان حيث العمال الزراعيين المهرة يتقاضون أجورا مرتفعة، فقد اتجه الإنتاج الزراعي المكثف نحو الميكنة. ولقد تجاوزت كثير من الدول النامية طرق الزراعة التقليدية في سبيل نظم مزرعية جديدة أكثر إنتاجا. كما أصبحت النظم المزرعية المكثفة والتي تستخدم أنماطا متعددة المحاصيل أكثر شيوعا في الإنتاج الزراعي.

ولا يعرف على وجه التحديد متى بدأت النظم المزرعية المتعددة المحاصيل في العالم. ولكن يعتقد أنها نشأت مع الحضارات القديمة، منذ أن استعمل الري المستديم في الزراعة. فقد أشار (Dalrymple, 1971) إلى أن استعمال الري قد بدأ منذ حوالي ٤٠٠٠ - ٦٠٠٠ سنة في بابل. وحوالي ٣٠٠٠ - ٥٠٠٠ سنة في مصر. إلا أن التاريخ الحقيقي لاستعمال تتابع محصولي، غير معروف على وجه التحديد. ويشير نفس الباحث إلى مخطوطة تاريخية تعود إلى سنة ٣٠٠ قبل الميلاد، وفيها أن الملك في مصر قد أمر بأن يتم البذار مرتين في ممفيس - فمجرد أن يتم الحصاد، ثم الري، يجب بذر الأرض بالقمح لعدة شهور. كما ينسب أحد مؤرخي البطالمة الفضل إلى بطليموس الثاني، في إدخال نمط زراعة محصولين في مصر. ومن المعروف أن قبائل المايا

المرحلة الثالثة

(ا) توفر الأسواق والمبالغ النقدية للمزارعين.

(ب) تربية ورعاية الحيوان كمشاريع مستقلة.

(جـ) استخدام المخصبات في المناطق المنزرعة أسفل الخزان، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج، وتقليل الاستهلاك المائي.

(د) تحويل المناطق أعلى الخزان إلى زراعة متداخلة من الأشجار والمراعي. أي التحول إلى نظم مزرعية ثابتة.

(هـ) التحول التدريجي إلى الاقتصاد النقدي.

ويبين شكل **(١ , ٥)** نموذجا للزراعة المتنقلة في مرحلتها الثالثة، والتي تمثل درجة عالية من الثبات. إذ تحتفظ العشيرة بأراضي المراعي والأشجار المستديمة في الأراضي المرتفعة لرعاية الحيوانات وكمصدر للطاقة (الوقود)، بينما تزرع المحاصيل النقدية ومحصول الغذاء الرئيسي في الأراضي المنخفضة تحت الري المستديم.

ويتم التحول عن الزراعة المتنقلة تدريجيا وببطء، إلا أن البحوث الجارية حاليا، تسرع من التحول عن طريق استخدام محاصيل تناسب الأراضي قليلة الخصوبة، وتتحمل قلة المياه. وكذلك تربية أصناف من الحيوانات تناسب البيئة وذات إنتاج جيد.

(٥ , ٢) الزراعة الحديثة Modern Agriculture

تحولت الزراعة المتنقلة تدريجيا إلى زراعة ثابتة، وتطورت إلى ما يعرف بالزراعة الحديثة. حيث يعتمد الإنتاج الزراعي على مزارع ثابتة يتم استغلالها حسب نظم مزرعية خاصة. ويوجد العديد من النظم المزرعية والأنماط المحصولية التي قد يكون الإنتاج الزراعي فيها قاصرا على المحاصيل النباتية، أو مختلطا مع تربية الحيوانات المزرعية. ويعتبر الإنتاج النباتي هو الأساس في جميع النظم المزرعية الإنتاجية. ففي

مبعثـرة في الأدغـال الاستوائية مثل قبائل (Milpa) في أمريكا الاستوائية و (Ladang) في جنـوب شرق آسيـا وبعض القبـائل في نيبال وسريلانكا (Janick *et al.*, 1974) . تعتمد الـزراعـة المتنقلة على الاستعـمال المؤقت للتربـة ، فيتم إسقـاط الأشجـار، وقطـع الشجـيرات . ويـترك الكسـاء الخضـري ليتحلل بفعـل الكـائنات الحية . أو قد يحرق خلال المـوسم الجـاف . وتمثـل بقـايا الحريق من الرماد، أهم المخصبات للتربة في هذه الحـالـة . تستزرع التربة لفترة من الزمن ، حتى تضعف خصوبتها . فيتم الانتقال إلى جزء جديد من الغابة . وتمثل قبائل البدو في الجزيرة العربية وشمال غرب أفريقيا نوعا من الزراعة البدائية .

ويشـير (Harwood and Price, 1977) إلى أن التحـول من الـزراعـة المتنقلة إلى الـزراعـة الحـديثة ، أي التحول إلى نظم مزرعية غير متنقلة ، يعتمد في جميع الحالات على تنميـة الإنتـاج الـزراعي في الحيـازات الخاصة للمزارعين . ففي سريلانكا، على سبيـل المثـال ، فإن سفـوح التـلال شبـه المنبسطة ، والتي تعتبر قليلة الخصوبة ، وجافة نسبيا، تمر بعدة مراحل خلال تحولها من نظام الزراعة المتنقلة إلى النظم الأخرى الثابتة كالتالي :

المرحلة الأولى

تعتـبر نقطـة البـداية هي إزالة الكساء الخضري ، ثم زراعة مستديمة بدائية ، أي بدون استخدام مصدر للقوي لمدة **٢ ـ ٣ سنـوات**، ثم تترك الأرض بدون زراعة لمدة عشر سنوات .

المرحلة الثانية

(ا) إنشـاء خزان لحجـز الميـاه للقبيلة على السفـح ، مع زراعـة محاصيـل الغذاء الرئيسية أسفل الخزان (تحت الري المستديم)، مع استعمال الحيوان كمصدر للطاقة .

(ب) استمـرار الـزراعـة المتنقلة أعلى الخـزان ، مع بقـاء حق المزارعين في ممارسة الزراعة أعلى وأسفل الخزان .

(جـ) قيام الحيازات الخاصة ، وتحديدها بزراعة الأشجار .

المرحلة الثالثة

(ا) توفر الأسواق والمبالغ النقدية للمزارعين .
(ب) تربية ورعاية الحيوان كمشاريع مستقلة .
(جـ) استخدام المخصبات في المناطق المنزرعة أسفل الخزان، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج، وتقليل الاستهلاك المائي .
(د) تحويل المناطق أعلى الخزان إلى زراعة متداخلة من الأشجار والمراعي . أي التحول إلى نظم مزرعية ثابتة .
(هـ) التحول التدريجي إلى الاقتصاد النقدي .

ويبين شكل **(١ , ٥)** نموذجا للزراعة المتنقلة في مرحلتها الثالثة، والتي تمثل درجة عالية من الثبات. إذ تحتفظ العشيرة بأراضي المراعي والأشجار المستديمة في الأراضي المرتفعة لرعاية الحيوانات وكمصدر للطاقة (الوقود)، بينما تزرع المحاصيل النقدية ومحصول الغذاء الرئيسي في الأراضي المنخفضة تحت الري المستديم .

ويتم التحول عن الزراعة المتنقلة تدريجيا وببطء، إلا أن البحوث الجارية حاليا، تسرع من التحول عن طريق استخدام محاصيل تناسب الأراضي قليلة الخصوبة، وتتحمل قلة المياه. وكذلك تربية أصناف من الحيوانات تناسب البيئة وذات إنتاج جيد .

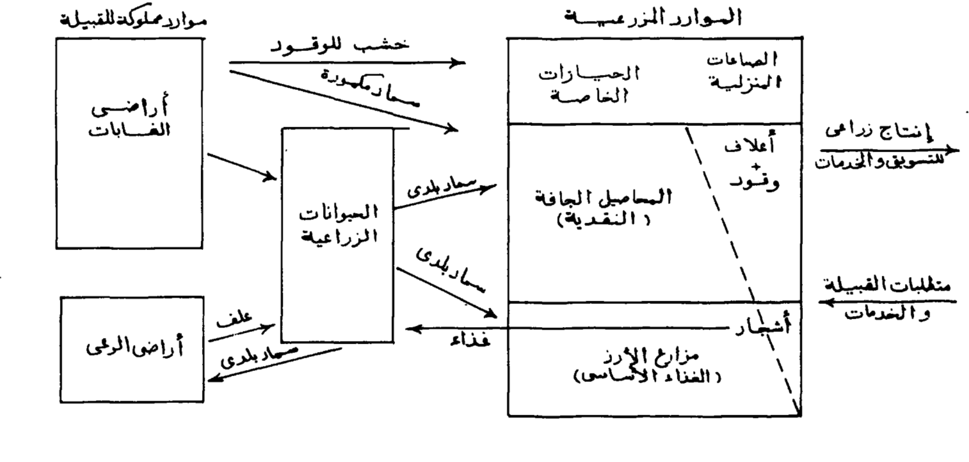
(٥ , ٢) الزراعة الحديثة Modern Agriculture

تحولت الزراعة المتنقلة تدريجيا إلى زراعة ثابتة، وتطورت إلى ما يعرف بالزراعة الحديثة. حيث يعتمد الإنتاج الزراعي على مزارع ثابتة يتم استغلالها حسب نظم مزرعية خاصة. ويوجد العديد من النظم المزرعية والأنماط المحصولية التي قد يكون الإنتاج الزراعي فيها قاصرا على المحاصيل النباتية، أو مختلطا مع تربية الحيوانات المزرعية. ويعتبر الإنتاج النباتي هو الأساس في جميع النظم المزرعية الإنتاجية. ففي

النظم المزرعية الإنتاجية القائمة على الإنتاج الحيواني (animal based systems) ، مثل مزارع تربية الحيوان المتخصصة يتركز الإنتاج النباتي فيها على محاصيل الأعلاف الخضراء والجافة والسيلاج . ويكوِّن الإنتاج الحيواني والنباتي عنصرين أساسيين في النظام المزرعي يكمِّل أحدهما الآخر . ويتم توزيع الإمكانيات المتاحة في المزرعة بين عنصري الإنتاج الرئيسيين في هذه الحالة . وقد يكون الإنتاج الحيواني ثانويا بالنسبة للإنتاج النباتي ، كما في حالة رعي الحيوانات لمحاصيل أعلاف تزرع أسفل أشجار الفاكهة المعمرة ، أو رعي الحيوانات لبقايا ومخلفات بعض المحاصيل ، بعد حصادها ، كما في مزارع الحبوب الكبيرة .

وقد يكون التداخل بصورة أكبر في المزارع الصغيرة الحجم ، حيث تربى الحيوانات على بعض المحاصيل التي تزرع كأعلاف ، بالإضافة إلى مخلفات وبقايا المحاصيل الأخرى . وقد تستعمل الحيوانات كمصدر للطاقة بالإضافة إلى إنتاجها من اللبن واللحم .

ويتحكم العديد من العوامل في القرارات الخاصة بنوعية الإنتاج . فبينما تحتاج مزارع الإنتاج الحيواني إلى رؤوس أموال كبيرة وخبرات خاصة في هذا المجال ، تحدد إمكانيات قيام مثل هذه المزارع ، إلا أن تحديد نوعية الإنتاج واختيار المحاصيل المناسبة في مزارع الإنتاج النباتي قد يحتاج للإجابة عن أسئلة معقدة . فمثلا تحت ظروف الكثافة السكانية العالية تكون الحاجة ماسة إلى نظم مزرعية ذات خلفية عريضة ، نسمح بتوازن بين المحاصيل المنتجة لتغطي الاحتياجات الغذائية السكانية (حوالي ٣,٥٠٠ كالوري يوميا مع نسبة من البروتين إلى الكربوهيدرات حوالي ١ : ١١) . ويعتبر الأرز أحد محاصيل الغذاء الرئيسية التي يتناسب فيها المحصول الكلي مع نسبة البروتين .



شكل (١,٥). نموذج للإنتاج في المرحلة الثالثة من مراحل الزراعة المتنقلة، والذي يمثل أعلى مستويات التكنولوجيا التقليدية.

المصدر: (Harwood R.R., 1974)

(٥,٣) اختيار النظم الإنتاجية المزرعية Choice of Cropping System

يحدد النظام المزرعي في منطقة ما، عديدا من العوامل، بعضها يتعلق بالموارد الطبيعية وأخرى اجتماعية أو اقتصادية. وسوف نتناول هذه العوامل بالتفصيل.

(٥,٣,١) المصادر المائية Water resources

١ - الأمطار Rainfall

تسود الزراعة المطرية (rainfed agriculture) في مناطق شاسعة من العالم، حيث سقط الأمطار بمعدل يسمح بزراعة المحاصيل. وفي الحالات التي تكون تكلفة عمليات الري غير اقتصادية، يقتصر موسم نمو المحاصيل على الموسم المطير.

وتعتمد نوعية وكثافة الأنماط المحصولية، على خصائص منحني سقوط الأمطار للمنطقة، ويتم اختيار المحصول الأساسي في النمط المحصولي، وكذلك المحاصيل التالية الثانوية، بناء على معدل سقوط الأمطار خلال المواسم المختلفة. كما يؤخذ في الاعتبار عمليات الخدمة المختلفة، وإمكانية إجرائها للمحاصيل المزروعة تحت ظروف الأمطار. إذ أن معدل سقوط الأمطار يختلف بشكل كبير من منطقة إلى أخرى. كما هو الحال في أمريكا الشمالية، فقد أمكن تقسيمها إلى مناطق، حسب معدل سقوط الأمطار وتوافر مياه الري، وتم توزيع الأنماط المحصولية تبعا لهذا التقسيم. وتمارس الأنماط المحصولية المتتابعة (sequential cropping systems)، حيث يزيد معدل سقوط الأمطار عن ٧٥٠ مم سنويا، بينما يزرع محصول واحد (sole cropping)، أو أنماط محصولية متداخلة (intercropping). إذا قل معدل الأمطار عن ذلك وكان ٣٥٠ - ٧٥٠ مم سنويا. أما في المناطق التي يقل فيها معدل سقوط الأمطار عن ٣٥٠ مم سنويا، مثل المناطق التي تدخل ضمن الأراضي الصحراوية وشبه الصحراوية فإن الأنماط المحصولية فيها، تعتمد كلية على مدى توافر مياه الري.

وقد أمكن تقسيم مناطق الزراعة المطرية في آسيا، حسب معدل سقوط الأمطار، والاحتمالات الممكنة للنظم المزرعية في كل منطقة. وتمارس الأنماط المحصولية المتداخلة حيث متوسط الأمطار بين ٣٠٠ ـ ٦٠٠ مم سنويا. حيث تزرع محاصيل متشابهة طوال موسم النمو، إلا أن ذلك لا يعني عدم وجود محصول أساسي بينها ليستفيد بصورة أكبر من نهاية الموسم الممطر. وتسود في المناطق التي يصل فيها معدل سقوط الأمطار بين ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠ مم الأنماط المحصولية المتتابعة. فعادة ما يتضمن النمط المحصولي نباتات تختلف في طول موسم النمو، حيث تنضج المحاصيل ذات الموسم الطويل تحت ظروف رطبة جيدة. ويزرع الأرز إذا كان معدل سقوط الأمطار أكثر من ١٥٠٠ مم سنويا، أو حوالي ٢٠٠ مم شهريا ولمدة ثلاثة أشهر متتابعة على الأقل.

وفي منطقة جنوب غرب المملكة (مرتفعات عسير) تتراوح كمية الأمطار الساقطة بين ٣٥٠ ـ ٥٠٠ مم سنويا. وتستخدم أنماطا محصولية تضم الحبوب والبقول في الزراعة المطرية على المصاطب المنتشرة على سفوح الجبال، بينما تستخدم مياه الري في الوديان المنبسطة عند تأخر أو قلة سقوط الأمطار.

٢ - الـري Irrigation

في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقل فيها معدل سقوط الأمطار أو يقصر موسمها، يصبح الري ضرورة أساسية للزراعة. ولا يوجد من مياه الري ما يكفي جميع الأراضي الصالحة للزراعة في العالم. ففي منطقة الشرق الأوسط مثلا، يروي فقط حوالي ثلثي المساحة القابلة للزراعة، لعدم توفر المياه جدول (١ ـ ٥). وتتراوح نسبة المساحة المروية بين ٥٪ في الأردن إلى ١٠٠٪ في مصر. ويدل ذلك على أهمية تنمية مصادر المياه، مثل إقامة السدود، وحفر الآبار، حتى يمكن توفير المياه لزراعة أراضي جديدة.

وعندما تتوافر المياه للري المستديم (طوال العام) فإن الإنتاج يتحول إلى زراعة الأنماط المحصولية المستمرة سواء كان محصولا واحدا مثل الأرز في شرق آسيا، أو

محاصيل متعددة كما في معظم مناطق العالم الأخرى. خاصة الاستوائية وشبه الاستوائية حيث موسم النمو المستمر، وقد يكون استخدام الري جزئيا من مياه تتوافر خلال فترة محدودة من السنــة كما في جنـوب غرب المملكـة وبعض بلدان شرق آسيـا حيث يؤ دي قصــر الأنهـار وقلة عمق الـوديان إلى إقامة السدود والخزانات في مناطق قليلة ومحدودة. ويستخـدم الـري خلال المـوسم الممطر فقط وذلك لتقليل مخاطر التعرض للجفاف، أو لإطـالـة موسم النمـو عن طريق الـري في نهايـة المـوسم الممطـر، مما يؤ دي إلى تحسين عمليـات الخـدمـة، وإدخـال محاصيـل جديـدة، واستعمال أنماط محصولية بها أكثر من محصول، والاستفادة العظمى بالمياه المتوفرة.

ففي سهـل تهامـة في الجـزء الجنـوبي الغـربي من المملكـة تتعرض المنطقة لأمطار موسميـة غزيـرة، تسقـط في نهاية فصل الصيف وبداية الخريف. وتتجمع الأمطار التي تسقط على السفوح الجنوبية الغربية لجبال عسير وتسيل الوديان وتتجه المياه إلى البحر الأحمـر، ولقـد ظلت الـزراعة في هذه المنطقة، ولمئات السنين، قائمة على الري بالغمر (spate irrigation) حيث تقسم الأراضي إلى أحـواض مستطيلة تبلغ مسـاحتهـا حوالي نصف هكتـار بواسطـة حواجز ترابية (عقوم) ترتفع حوالي ١ ـ ٢ متر. ويتم تحويل المياه إلى هذه القطــع أثنــاء فترة سقـوط الأمطـار. حيث تخزن الميـاه بعمق ٦٠ ـ ٨٠ سم وتتسرب إلى أعماق التر بة (El-Refai, 1979). تسمح هذه الطريقة بالاستفادة من مياه الأمطار في الزراعة، وتقلل من أخطار الانجراف الناتج من مياه السيول. وتتم الزراعة بعـدمـا تتشبـع الـتر بـة بالمياه، وتكون الطبقة السطحية ما زالت رطبة. وتساعد طبيعة التر بة ذات القوام السلتي، على الاحتفاظ بالرطوبة التي تسمح بنمو المحصول خلال نهايـة الخـريف والشتـاء. وعـادة لا تروي هذه المحـاصيل خلال بقية حياتها. ولقد تم إنشـاء سد وادي جيـزان، ليحجـز المياه التي يتم صرفها إلى البحر. كما تم إنشاء شبكة من قنـوات الـري لتوصيل المياه إلى الحقول. وتتم الزراعة حاليا خلال الموسم الممطر، ويمتـد المـوسم إلى ما بعـد فترة سقوط الأمطار. كما يساعد وجود المياه خلف السد إلى تقليل التأثير السيء للجفاف نتيجة الاختلاف في مواعيد سقوط الأمطار.

وتشير الدراسات في المناطق المزروعة تحت الري المستديم، إلى وجود تلازم بين توافر مياه الري والأنماط المحصولية المتعددة. حيث تعتمد زراعة المحاصيل على إمدادات مضمونة من المياه خلال موسم النمو. ويختلف الدليل المحصولي* (cropping index) للأراضي المزروعة تحت الري المستديم من منطقة لأخرى، ويبلغ في شرق آسيا (تايوان واليابان) حوالي ١٥٠ ـ ٢٠٠ مقارنا بدليل قدره ١٢٥ ـ ١٥٠ في الهند وأندونسيا وتايلاند، ومتوسط عام حوالي ١٠٠ في مصر. ويلاحظ أنه في حالة عدم احتساب محصول الأرز في الأنماط المحصولية لشرق آسيا. فإن الدليل المحصولي قد لا يُظْهِر نفس الدرجة من الارتفاع.

جدول (٥،١). المساحة القابلة للزراعة ونسبة الأراضي تحت الري في ثمانية أقطار عربية وإسلامية.

القطر	المساحة القابلة للزراعة (١٠٠٠ هكتار)	المساحة المروية (١٠٠٠ هكتار)	نسبة المساحة المروية (٪)
المملكة العربية السعودية	٤.١٧١	٢٢٤	٥,٤
مصر	٢,٤٠٠	٢,٤٠٠	١٠٠
إيران	١٦,١٥٤	٥,٢٥١	٣٢
العراق	١٠,٠٠٠	٣,٦٧٥	٣٧
الأردن	١,١٣٢	٦٠	٥
لبنان	٢٤٠	٦٨	٢٨
سوريا	٥,٦٤١	٤٥٠	٨
المجموع	٣٩و٧٧٨	١٢,٠٩٨	٣٠,٤

المصدر .H.G. Nasr (1977)

(٥,٣,٢) التربة Soil

١ ـ. نوع التربة Soil properties

تؤثر نوعية التربة على النظم المزرعية من خلال تأثيرها على حركة المياه في التربة والصرف، وإمكانية إجراء عمليات الخدمة المختلفة عقب الري أو سقوط الأمطار.

* يعرف الدليل المحصولي Cropping index بأنه عدد المحاصيل التي يتم زراعتها في السنة الواحدة × ١٠٠

ومعظم المناطق ذات معدل سقوط الأمطار المرتفع، تكون غنية في معادن الطين والذي يكـون معظمـه على صورة مونتمـوريلونيت (montmorillonite). وتصلح مثـل هذه الأراضي لزراعة المحاصيل التي لا تتطلب عمليات خدمة أثناء فترة سقوط الأمطار مثل محصـول الأرز. وتتـوقف زراعـة المحـاصيـل الجافة، في هذه المناطق، على وجود نظم جيـده للصـرف السطحي والبـاطني لميـاه التـربـة كما هو الحـال في المنـاطق المنحدرة أو الأراضي المستخدمة للزراعة على مصاطب (terraces).

وفي الأراضي الـرسـوبيـة، التي نشأت معظمهـا من ترسيب كائنات بحرية، مثل السـاحـل الشـرقي للمملكـة، والساحل الشمالي لأفريقيا، ودلتا نهر الميكونج، وسهول بانكوك، حيث تتميز هذه الأراضي بارتفاع عنصر الصوديوم فيها، وبالتالي بطء الحركة الـداخليـة لميـاه الـتربة، تقل احتمالات زراعة المحاصيل الجافة، بينما يزرع المحاصيل نصف المائية مثل الأرز بنجاح. أما الأراضي الرسوبية، والتي تكونت من ترسيبات المياه العـذبـة، والتي تحتوي أراضيها على عنصر الكالسيوم بكميات أكبر نسبيا، مثل وديان تهامـة ووادي ودلتـا نهر النيـل ووادي النهـر الأحمـر في أمـريكا الشمالية، فإن صلاحيتها لزراعـة المحـاصيل الجافة تتوقف كلية على وجود نظام جيد للصرف. وتتميز الأراضي الـرسـوبيـة، والتي تحتـوي على نسبـة مرتفعة من السلت، بأنه يمكن خدمتها وهي ما زالت محتـويـة على نسبـة مرتفعـة من الـرطـوبة. ويدخل ضمن هذه الأراضي التربة الحمراء ذات المحتـوي (١ : ١) من الطـين. أمـا أراضي المـونتمـوريلونيت فلا يمكن خدمتهـا إلا وهي جافـة ولـذلـك يتم ري هذه الأراضي، ثم تترك لتجف، ثم تروي وهكـذا بالتبـادل حيث يؤدي الانتفـاخ بالمـاء ثم الجفـاف، إلى سهـولة تكسير الكتل الكبيرة، واستعادة بناء التربة بما يسمح بزراعتها بالمحاصيل الجافة.

وتـواجـه زراعـة المحـاصيـل الخـفيفة مثل قصب السكر ومحاصيل الخضر وأشجار الفـاكهـة صعـوبـات شديـدة عند زراعتها في الأراضي الثقيلة، خصوصا خلال موسم الأمطـار، حيث تصبـح عمليـات خدمة الأرض وإعدادها، وكذلك مقاومة الحشائش

صعبة جدا، إلا في الأراضي ذات الصرف الجيد. أما بقية العمليات الزراعية التي تتم خلال الموسم الجاف فلا تواجه أي مشكلة.

٢ - خصوبة التربة Soil fertility

تعتبر خصوبة التربة الطبيعية عاملا محددا للأنماط المحصولية، في المناطق ذات المزارع الصغيرة، التي يكون رأس المال فيها محدودا أو غير متواجد. فاستخدام الأنماط المحصولية متعددة المحاصيل، خاصة إذا تضمنت محاصيل الحبوب، يتطلب إضافة كميات كبيرة من الأسمدة الكيماوية، بخلاف الأنماط ذات المحصول الواحد والتي تحتاج إلى كميات أقل بكثير من العناصر الغذائية. ويمكن استخدام مخلفات الإنسان والحيوان كأسمدة خاصة، في المناطق ذات المزارع الصغيرة إلا أنه يجب ملاحظة أن استخدام مخلفات الإنسان والحيوان في المناطق الريفية يحتاج لعمالة كبيرة، ويخضع للظروف الاجتماعية والاقتصادية السائدة، بينما أصبحت عمليات استخدام مخلفات الإنسان والحيوان في المناطق الزراعية القريبة من المدن أكثر نجاحا. وتتميز الأنماط المحصولية التي تتضمن محاصيل حبوب وأخرى بقولية بقلة احتياجاتها من الأسمدة، وتحسين خواص التربة، مما يجعلها أكثر قبولا لدى المزارعين أصحاب الدخل المحدود. كما تجدر الإشارة إلى أن بعض المحاصيل النجيلية مثل الأرز والذرة الشامية والقصب تتطلب خصوبة عالية في التربة، وتترك الأرض مجهدة تماما، خاصة في الأراضي متوسطة الخصوبة، مما يصعب معه رفع خصوبة التربة للمحاصيل التالية.

(٣,٣,٥) درجة حرارة المنطقة والارتفاع عن سطح البحر
Temperature and altitude

تؤثر درجات الحرارة السائدة على الأنظمة المزرعية المستخدمة في منطقة ما. ففي المناطق الشمالية من العالم تغطي الثلوج التربة خلال الشتاء أو جزء منه ويقتصر موسم النمو - في هذه الحالة - على الأيام الخالية من التجمد. أما في المناطق التي قد تنخفض فيها درجة الحرارة إلى درجة التجمد، لساعات قليلة أو فترات بسيطة، فيتوقف الموسم فيها على وجود محاصيل تتحمل مثل هذه الدرجات المنخفضة من الحرارة.

ولما كانت النباتات تختلف في قدرتها على تحمل درجات الحرارة المنخفضة والصقيع، فإن خصائص فترة انخفاض درجة الحرارة يصبح عاملا مهما في تحديد موسم النمو والمحصول المزروع. ويؤدي ارتفاع المكان عن مستوى سطح البحر إلى انخفاض درجة الحرارة وحدوث الصقيع والتجمد في بعض المناطق المعتدلة أو الاستوائية. كما أن المحاصيل تختلف في درجة أقلمتها للارتفاع عن سطح البحر **(جدول ٢ ,٥)** ويستتبع ذلك ضرورة اختيار النمط المحصولي، الذي يتماشى مع درجات الحرارة والارتفاع عن سطح البحر. ففي المناطق الشمالية والجنوبية من العالم (شمال وجنوب خط ٣٧° مثل كندا والأرجنتين) يكون موسم **النمو قصيراً جدًّا** (٨٠ - ١٢٠ يوما). ويسمح بزراعة محصول واحد منفرد وبكثافة جيدة. وفي المناطق التي يصل فيها موسم النمو إلى حوالي ٢٠٠ يوم تستخدم الأنماط ذات المحاصيل المتتابعة، أما في المناطق الصحراوية الاستوائية وشبه الاستوائية، حيث ترتفع درجة الحرارة في فصل الصيف إلى حد، تتوقف معه الحياة النباتية، خاصة تحت ظروف الجفاف، يكون موسم النمو الأساسي هو فصل الشتاء.

(٥, ٣, ٤) الحالة الاجتماعية والاقتصادية Socio-economic condition

١ - حجم المزرعة Farm size

يؤثر حجم المزرعة بطريقة مباشرة على الأنماط المحصولية المستخدمة في الإنتاج. **ففي المزارع التي تزيد مساحتها على ١٠ هكتارات تزرع المحاصيل الغذائية الصناعية والتي** تجد طريقها إلى الأسواق باستعمال وسائل التكنولوجيا الحديثة من الآليات والأسمدة والمبيدات وغير ذلك. وفي المزارع الصغيرة تزرع المحاصيل الغذائية الأساسية مثل الأرز والذرة الشامية والذرة الرفيعة والفاصوليا والكسافا، بالطرق التقليدية، حيث يستخدم القليل من الأسمدة والكيماويات.

وعموما يقوم الإنتاج في المزارع الصغيرة، على أنماط الزراعة المتداخلة، حيث يزرع محصولين أو ثلاثة من المحاصيل الغذائية الرئيسية. وقد تشمل بعض محاصيل الخضر، ذات موسم النمو القصير. ويكون المحصول الأساسي في النمط عادة هو أحد محاصيل الغذاء الرئيسية للمنطقة مثل الذرة الشامية في أمريكا الوسطي، والكسافا في

جدول (٢ ,٥). مدى تأقلم بعض المحاصيل في الحبشة للارتفاع عن سطح البحر.

المحصـــــول	الارتفاع الذي يزرع فيه (متر فوق سطح البحر)	الارتفاع المناسب (متر فوق سطح البحر)
الذرة الشامية	٥٠٠ ـ ٢٥٠٠	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠
الدخـــــن	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠	١٠٠٠ ـ ١٨٠٠
الذرة الرفيعة	٥٠٠ ـ ٢٥٠٠	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠
القمـــح	١٥٠٠ ـ ٢٥٠٠	١٧٠٠ ـ ٢٤٠٠
الفول السوداني	٥٠٠ ـ ١٦٠٠	١٠٠٠ ـ ١٥٠٠
السمـــسم	٥٠٠ ـ ١٥٠٠	١٠٠٠ ـ ١٣٠٠
البطـاطـا	٥٠٠ ـ ٢١٠٠	١٢٥٠ ـ ٢٠٠٠
اللوبـــيا	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠	١٢٥٠ ـ ١٧٠٠
قصب السكر	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠	١٠٠٠ ـ ١٥٠٠
البـــن	١٢٠٠ ـ ٢٤٠٠	١٥٠٠ ـ ٢٠٠٠
المـــوز	٥٠٠ ـ ٢٠٠٠	١٥٠٠ ـ ١٧٠٠
المانـــجو	٥٠٠ ـ ١٧٠٠	١١٠٠ ـ ١٦٠٠

المصدر: Okigbo, B N and D.J Greemland. (1977)

حوص نهر الأمـازون، والـذرة الـرفيعة والكسافا في أفريقيا، والأرز في شرق اسيا. وقد يتم زراعة أحد المحاصيل الصناعية متداخلا مع محصول غذائي مثل زراعة الفاصوليا مع قصب السكـر أو القطن، أوزراعـة المحـاصيـل الحولية بين الأشجار المستديمة، في عمـرهـا الأول، بهدف الحصـول على محصـول غذائي، بالإضافة إلى الحماية ومقاومة الحشائش، كما هو الحال في بساتين أشجار الفاكهة ومزارع البن والكاكاو.

ويشير العديد من الباحثين، إلى أن عدد المحاصيل في السنة يتناسب عكسيا مع مساحة المزرعة. فقد وجد (Amed, 1965) في دراسة عن المزارع في بنجلاديش، أن المزارع التي تقل مساحتها عن هكتار واحد يصل الدليل المحصولي فيها إلى ١٦٧ مقارنًا بـ (١١٧) للمزارع التي تزيد مساحتها على ١٦ هكتارًا (جدول ٣,٥) كما تشير دراسات (Menegay, 1975) ، عن مزارع الخضر في تايوان، أن الدليل المحصولي ازداد مع انخفاض مساحة المزرعة. إلا أن الدراسة لم توضح ما إذا كان نقص مساحة المزرعة قد أدى إلى التكثيف، أو أن عمليات التكثيف هي التي أدت إلى صغر حجم المزرعة.

جدول (٣,٥). العلاقة بين حجم المزرعة والدليل المحصولي في بنجلاديش.

مساحة المزرعة	الدليل المحصولي
أصغر من هكتار واحد	١٦٧
متوسطة (١ ـ ٥) هكتار	١٤٨
كبيرة (٥ ـ ١٦) هكتار	١٣٠
أكبر من (١٦) هكتار	١١٧

المصدر .Amed, K. (1965)

ويقترح هاروود وبرايس (Harwood and Price, 1977) التالي:

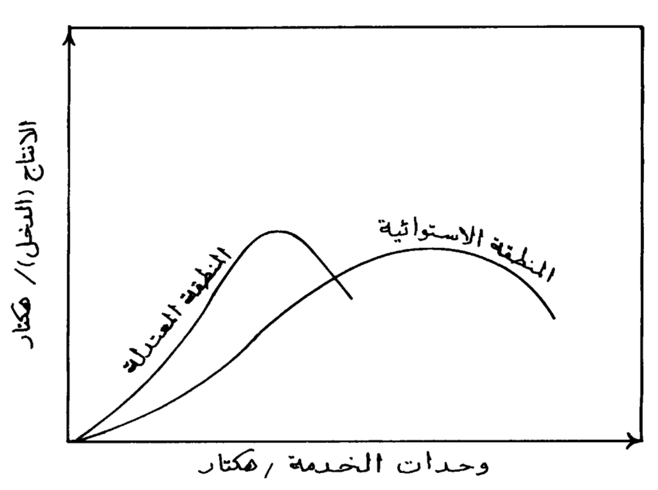
١ ـ يستجيب الإنتاج من وحدة المساحة في المناطق الاستوائية للتكثيف في عمليات الخدمة لفترة أطول من الاستجابة تحت ظروف المناطق المعتدلة (شكل ٥ ـ ٢).

٢ ـ إن الزيادة نتيجة تكثيف عمليات الخدمة أدت بطريقة مباشرة إلى صغر المزارع في آسيا الاستوائية حيث تدني حجم المزارع إلى أن أصبح دخل المزارع (المنتج)

مقاربا لدخل العامل. مما يوضح أهمية المحافظة على حجم مناسب للمزرعة بما يضمن إنتاجا ودخلا مناسبين للمزارع.

٢ ـ الأيدي العاملة Man power

يرتبط الإنتاج المزرعي ارتباطا وثيقا بتوافر الأيدي العاملة. ويناسب المناخ الاستوائي إنتاج المحاصيل خلال معظم أيام السنة وعليه تتعدد الأنماط المحصولية المستخدمة. وبزيادة عدد المحاصيل التي يمكن زراعتها خلال السنة يزداد عدد الأيدي العاملة اللازمة. ولا تعتبر زيادة الكثافة السكانية هي الدافع للإنتاج المكثف ولكن العكس فإن نشأة المزارع الصغيرة المساحة كانت استجابة طبيعية في محاولة الاستفادة

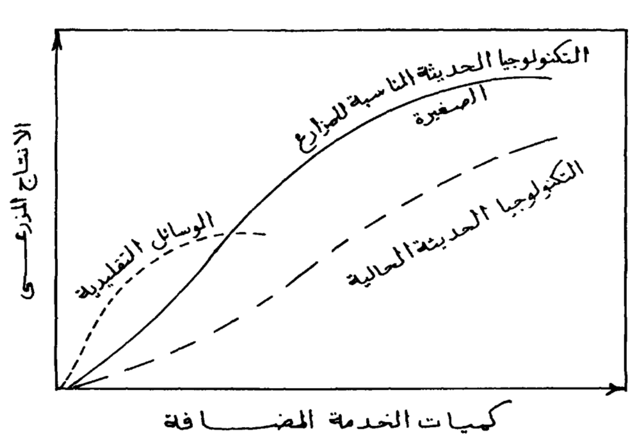


شكل (٢ , ٥). العلاقة بين الإنتاج (الدخل) المزرعي وكثافة عمليات الخدمة في المنطقة الاستوائية والمعتدلة.

المصدر: (R.R. Harwood and E.C. Price, 1977)

من الإنتـاج المكثف تحت الظـروف الاستـوائيـة . والعـمالـة الـرخيصة ليست ضرورية للزراعـة الكثيفـة فالمـزارع في تايـوان مثلا والتي تنتشر فيها الميكنة الزراعية بدرجة كبيرة تستخـدم ٤٢٪ فقـط من العـمالـة مقارنة بـ ٧٠٪ لمتوسط جنوب شرق آسيا عامة ، ومع ذلـك فإن الـدليـل المحصـولي لتـايوان أعلى (حوالي ١٧٥) مما هو عليه في يي جزء من جنوب شرق آسيا حيث لا يزيد الدليل المحصولي في المناطق ذات العمالة لكثيفة عن ١٥٠ .

وتعتبر الخبرة البشرية ذات أهمية كبيرة في توجيه النظم المزرعية . فلقد أدى تواجد الفنيين الـزراعيـين الـذين تخرجوا من الجامعات المحلية والأجنبية بالإضافة إلى زيادة عدد الباحثين والمشتغلين بتكنولوجيا الإنتاج والإرشاد الزراعي إلى تغير كبير في النظم المزرعية المتبعة في كثير من دول العالم الثالث . ويلعب المشتغلون بالعلوم الزراعية دورا



شكل (٣،٥). مقارنة وسائل إنتاج مختلفة وتأثيرها على الإنتاج المزرعي.

المصدر: (R.R. Harwood and E.C. Price, 1977)

هاما في تربية أصناف جديدة ووضع مخططات لعمليات الخدمة المزرعية للمحاصيل واختيار وسائل التكنولوجيا الحديثة التي تناسب طبيعة الإنتاج وحجم المزرعة وتتمشى مع النظم المزرعية التي تؤدي إلى تكثيف الإنتاج وتحسينه. فعلى الرغم من أن نقل وسائل التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في المزارع الكبيرة لاستعمالها في المزارع الصغيرة يؤدي إلى تحسين الإنتاج المزرعي عند المقارنة مع استخدام الوسائل التقليدية في الإنتاج إلا أن تطوير التكنولوجيا الحديثة لكي تناسب المزارع الصغيرة يكون أكثر كفاءة في زيادة الإنتاج المزرعي **(شكل ٥,٣)**.

٣ ـ التسويق والاستهلاك Marketing and consumption

تسبب التكلفة المرتفعة لعمليات التسويق كثيرا من سوء الفهم بين المتخصصين في علوم الإنتاج الزراعي من ناحية والاقتصاديين من ناحية أخرى. فقد يعتقد مربو الأصناف أن مشاكل الإنتاج قد تم التخلص منها بمجرد إنتاج أصناف تناسب البيئة وتعطي محصولا وفيرا تحت ظروف الأسعار المرتفعة للمنتجات الزراعية. وحقيقة الأمر فإن تكاليف التسويق ترتبط ارتباطا وثيقا مع حجم المزرعة فطبيعة الإنتاج في المزارع الصغيرة الحجم هي أحد المشاكل الرئيسية في عمليات التسويق والتي يصعب على منتج الصنف أو الاقتصادي حلها. فنظرا لقلة الإنتاج في المزارع الصغيرة فإن الأمر يتطلب تجميع المنتجات ووجود عديد من الوسطاء مما يتسبب عنه ارتفاع تكاليف التسويق والتقليل من عائد الإنتاج.

وتشير الخبرة إلى أن المناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة مثل جنوب شرق آسيا يتم فيها التسويق بكفاءة عالية أي أن السعر الذي يتقاضاه المزارع (المنتج) لا يختلف كثيرا عما يدفعه المستهلك والذي يعكس في نفس الوقت قلة ما يتقاضاه الوسطاء نتيجة خدماتهم. ويتم ذلك عن طريق تجميع المنتجات في أسواق صغيرة قريبة من مراكز الإنتاج. ولذلك فإن المنتجات الزراعية لا يتم نقلها إلا لمسافات قصيرة جدا مقارنة بمعظم الأقطار الأخرى. وتعتبر تكلفة النقل هي أحد المتغيرات الأساسية في تحديد أسعار المنتجات الزراعية في أي منطقة.

وتتميز النظم الاستهلاكية في كثير من المناطق ذات الكثافة العالية من السكان بأنها مبعثرة أي ذات منتجات عديدة ولكن بكميات قليلة. ولا تستجيب مثل هذه النظم لاحتمالات إدخال محاصيل جديدة وكذلك إلى عدم إمكانية تجميع المنتجات في مراكز مرتبطة بالأسواق الخارجية. ويظل الإنتاج الزراعي تحت هذه الظروف مبعثرا بين العديد من المنتجات الزراعية التي يمكن تسويقها بسهولة.

ويؤدي إنشاء مراكز محلية نشطة لتجارة بعض الحاصلات الزراعية إلى تنشيط الإنتاج كما هو الحال في تسويق القمح في المملكة وتسويق الشمام والذرة السكرية وفول الصويا في شرق آسيا. فقد أدى سهولة تسويق هذه المحاصيل إلى تأثير واضح على قرارات المزارعين في الارتباط بعقود طويلة المدى للإنتاج. وعموما تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى تغير كبير في الأنماط المحصولية المستخدمة في الإنتاج.

(٥,٤) نظام زراعة المحصول الواحد Monoculture Cropping System

يسود هذا النظام في المناطق المعتدلة والباردة والتي يكون فيها موسم النمو محدودا نتيجة درجات الحرارة المنخفضة خلال فصل الشتاء، وفي المناطق الجافة التي تخلو من الصقيع وتعتمد فيها فترة النمو القصير على سقوط الأمطار لعدم توفر مياه الري. وتعتبر مزارع الحبوب ـ خاصة القمح ـ في شمال الولايات المتحدة وكندا والأرجنتين وفي استراليا أفضل الأمثلة على هذا النمط حيث يشغل المحصول جزءا من السنة الزراعية ثم تترك الأرض بدون زراعة حتى الموسم التالي. ونظرا لكبر حجم المزارع فإن الاعتماد يكون أساسيا على الميكنة الزراعية.

نظام تبادل زراعة الحبوب والبقول Ley Cropping System

يشبه هذا النظام نظام زراعة المحصول الواحد إلا أنه في هذه الحالة يتبادل محصول حبوب مع آخر بقولي سنة بعد أخرى (Doolette, 1977). يستخدم هذا النظام في استراليا حيث يسود مناخ البحر المتوسط في هذه المنطقة ولا تتوفر مياه الري وتسقط الأمطار خلال نهاية الخريف والشتاء. يزرع محصول القمح في الخريف ويحصد في نهاية

الـربيـع ثم تترك الأرض بورا خلال فترة الصيف وفي الخـريف التـالي تشغـل الأرض بمحصـول الـبرسيم الأرضي (subterranean clover) والـذي يتميـز بتكـوين بذوره الصلبـة وانتشـارهـاثم بقـائهـا كامنة في التربة لفترة طويلة. يتجدد نمو نباتات البرسيم تلقـائيـا في الخـريف التـالي لحصاد القمح ويستمر نموه حتى نهاية الربيع فتترك الأرض بورا حتى موعد زراعة القمح في الخريف التالي وهكذا.

(٥,٥) نظام زراعة المحاصيل المتعددة Multiple Cropping System

يضم هذا النظام العديد من الأنماط المتعددة المحاصيل والتي تمثل بدورها الاتجاه الثـالث لزيـادة الإنتـاج إضـافـة إلى زيـادة المساحة المنزرعة ورفع إنتاجية المحصول. وتساعد الأنماط المحصولية المتعددة المحاصيل المزارعين على زيادة المساحة المنزرعة عن طريق استخـدام المسـاحة المتاحة خلال أطول وقت ممكن مع رفع الإنتاج الكلي لوحدة المساحة إلى أقصاه. وفي نفس الوقت تتطلب الأنماط المحصولية المتعددة عناية فائقة في الاستخـدام المكثف لعمليـات الخدمـة للأرض الـزراعيـة والآليات والأيدي العاملة ورأس المال المستثمر.

تعكس الأنـماط المحصـولية المتعددة المختلفة طريقتين رئيسيتين للإنتاج المحصولي هما زراعـة المحـاصيـل متـداخلة في مسـاحة معينة وفي نفس الزمن (intercropping) أو زراعـة كل محصـول مفـرد ولكن في تتـابـع زمني خاص (sequential cropping) وتمثل زراعة المخاليط والزراعة الخطية والزراعة في شرائح أو زراعة محصول قبل حصاد الآخر الأنـماط المحصـوليـة المتـداخلة في الزمن والمساحة، بينما تمثل زراعة محصولين أو ثلاثة أو أربعـة محاصيـل أو خدمـة الخلفـات النـاميـة الأنماط المحصولية المتتابعة. ويوجد هناك بعض الأنماط الأخرى والتي قد تنتج من تواجد الأنماط المتداخلة والمتتابعة معا.

ونظـرا لارتبـاط عمليـات الإنتـاج بالخـدمة الفلاحية فإن الأنماط المحصولية تحدد مستـوى الخـدمـة التي يقوم بها المزارع وأنواعها ومواعيدها أي أنها تحدد كيفية استغلال الموارد المتاحة لدى المزارع، وعلى هذا الأساس يوصف نظام زراعة المحاصيل المتعددة

بأنه عمليات تكثيف زراعة المحاصيل بالنسبة للزمن أو المساحة (**شكل رقم ٤ ,٥**)، وعلى ذلك يكون جملة الإنتاج من وحدة المساحة خلال سنة زراعية (١٢ شهرا) ناتجا من :

١ - أنماط محصولية بها عدة محاصيل منفردة تزرع واحدا عقب الآخر (الأنماط المتتابعة).

٢ - أنماط محصولية بها عدة محاصيل منفردة أو مختلطة تزرع في نفس الوقت (الأنماط المتداخلة).

٣ - أنماط محصولية تشمل الحالتين السابقتين.

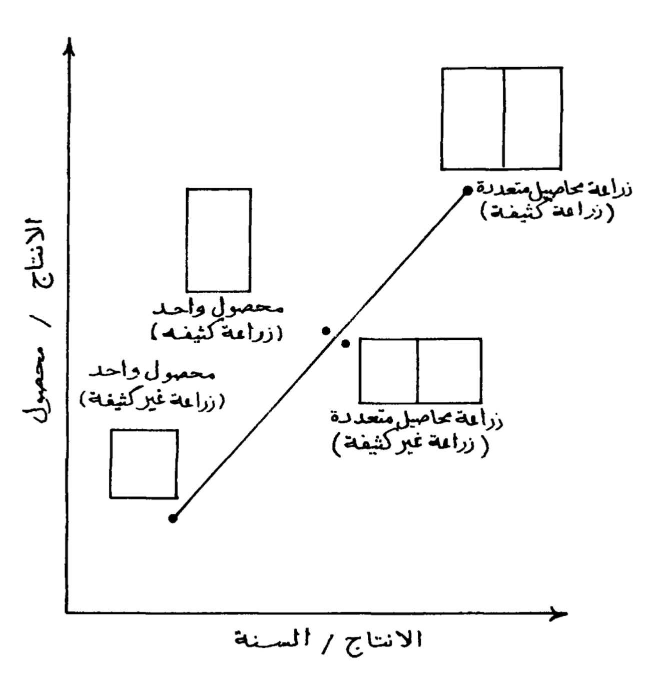
وتعتبر زراعة محاصيل منفردة هي أكثر الأنماط المزرعية المتعددة المحاصيل شيوعا وتتوقف على عديد من العوامل.

(١ ,٥ ,٥) العوامل المؤثرة على اختيار المحصول في النمط المحصولي
Factors affecting choice of crop

١ - نوع المزرعة والغرض من المحصول

تختلف المزارع في نوعية وطبيعة الإنتاج، ففي مزارع الإنتاج الحيواني يكون الهدف من الإنتاج النباتي هو تغطية حاجة المزرعة من الأعلاف بجميع أنواعها. ويناسب هذه المزارع زراعة البرسيم كعلف أخضر أو جاف كما تزرع محاصيل الحبوب الشتوية والصيفية على حد سواء بغرض استخدامها كسيلاج كما تستخدم مخاليط الشيلم والشوفان والشعير كمراعي للحيوانات خلال موسم الشتاء.

أما مزارع المحاصيل النقدية فيختلف الانتاج فيها حسب موقعها وقربها من المدن والأسواق وتسود محاصيل الخضر الأنماط المحصولية في المناطق القريبة من المدن أو الأسواق أو حيث يسهل تصديرها، بينما تزرع المحاصيل الحقلية حيث لا تتوافر مثل هذه الظروف.



شكل (٤ ، ٥). تكثيف الإنتاج في أبعاد الزمن والمساحة.

المصدر: (R.R. Harwood and E.C. Price, 1977)

وقد تزرع بعض المحاصيل وتحرث في التربة كسماد أخضر بغرض تحسين خواصها الطبيعية، ففي مصر يستخدم البرسيم لمدة حوالي ٨٠ ـ ١٠٠ يوم قبل زراعة القطن ويستعمل الترمس أو السيال في الأراضي الخفيفة والرملية لنفس الغرض قبل زراعة المحصول الصيفي (ذرة شامية أو فول سوداني).

٢ ـ طبيعة نمو المحصول وطول موسم النمو

تختلف المحاصيل في طبيعة وطول فترة النمو. فالقمح مثلا يحتاج لفترة نمو أطول من الشعير كما قد تختلف أصناف المحصول الواحد في طول فترة نموها كما في حالة فول الصويا والأرز. وفي المناطق التي يزرع فيها محصول حبوب كالقمح متبادلا مع فول الصويا ينضج محصول القمح في حالة زراعته للحبوب متأخرا مما يؤدي إلى تأخير زراعة فول الصويا ونقص محصوله، بينما يزرع الشعير وينضج مبكرا عن القمح مما يسمح بزراعة فول الصويا بنجاح (جدول ٤ , ٥). وقد يلجأ المزارعون إلى زراعة القمح واستخدامه كسيلاج وفي هذه الحالة يحصد في موعد أكثر مناسبة لزراعة فول الصويا. كما تشير الدراسات أن زراعة القمح كحبوب قبل زراعة الذرة الشامية قد يشكل صعوبة ويتسبب في نقص المحصول نظرا لطول موسم النمو لكل من القمح والذرة الشامية كما يلزم استخدام الأصناف المبكرة من كل من المحصولين لنجاح هذا التتابع.

جدول (٤ , ٥). تأثير التتابع المحصولي على كمية الإنتاج في فول الصويا المنزرع في كنتكي.

النمط المحصولي	ميعاد الزراعة	الصنف (كجم/ هـ)	
		كالاند ٣	اسكس ٥
المحصول الواحد	٦ يونيو	٣,٣١٣	٣,٦٣٦
بعد شعير	١٥ يونيو	٣,٣٠٠	٣,٥٠١
بعد قمح	٢ يوليو	٢,٤٧٣	٣,٠٦٤

المصدر: J. Herbek, 1974.

وعموما يستخدم النمط المكون من القمح والذرة الشامية كاختبار لنمط زراعة المحصولين حيث يمثلان أطول مواسم النمو وفي حالة نجاح زراعتهما فإن ذلك يؤخذ

كدليل على صلاحية طول موسم النمو للأنماط المتتابعة في المنطقة وإمكان استبدال أي منها في التتابع بمحاصيل أخرى أقصر في فترة النمو.

وفي المزارع الكبيرة يتجه الإنتاج نحو زراعة بعض أجزاء المزرعة بالقمح وأجزاء أخرى بالشعير أي تنويع محاصيل الحبوب الشتوية وذلك للاستفادة من الاختلاف في مواسم النضج وبالتالي زيادة كفاءة استخدام الآليات والأيدي العاملة.

٣ ـ الاحتياجات البيئية وعمليات الخدمة

تختلف المحاصيل في احتياجاتها لعمليات الخدمة، ففي مناطق الزراعة المطرية يتم اختيار المحاصيل التي لا تحتاج إلى عمليات خدمة خلال فترة سقوط الأمطار الغزيرة. أما في مناطق الري المستديم فلا يمثل وقت إجراء عمليات الخدمة مشكلة تذكر.

(٢, ٥, ٥) الأنماط المحصولية المتتابعة Sequential cropping patterns

يتكون النمط المحصولي في هذه النظم من محصولين أو أكثر كل منهما منفردا ويزرع بعد الانتهاء من حصاد المحصول السابق أي أن عمليات الخدمة توجه لمحصول واحد خلال أي فترة من الزمن ويدخل ضمن هذه الأنماط خدمة خلفات المحصول النامي (جدول ٥, ٥).

ومن المؤكد أن استخدام الأنماط المحصولية المتتابعة في الأراضي المروية يعتبر أكثر النظم المزرعية تقدما من الناحية التكنولوجية حتى في البلدان النامية من العالم. إذ تتطلب الزراعة المروية تنمية متكاملة لكل من التربة ومصادر المياه والتي تشكل بدورها هيكلا أساسيا يستدعي استخدام عمليات خدمة فلاحية على مستوي عال من التكنولوجيا. أما في مناطق الزراعة المطرية فإن الفهم الصحيح لخواص وطبيعة سقوط الأمطار وتوزيعها وكيفية تخزينها هو ضرورة أساسية لاستخدام الأنماط المحصولية المتتابعة.

ويتبع الأنماط المحصولية المتتابعة ما يلي:

أولاً: نمط زراعة محصولين Double cropping pattern

يعرف هذا النمط بأنه زراعة محصولين متتابعين حيث يكون كل منهما منفردا خلال سنة واحدة، وزراعة محصولين هو النمط السائد في منطقة الشرق الأوسط خاصة مصر وتونس والمغرب وسوريا والعراق وجنوب الجزيرة العربية وفي مساحات كبيرة من الهند والمكسيك. أما في أمريكا الوسطى والجنوبية وفي كثير من الدول الأفريقية وكذلك في جنوب وشرق آسيا فيمارس هذا النمط في المزارع الكبيرة فقط. كما استخدم هذا النمط في جنوب شرق الولايات المتحدة تحت ظروف موسم النمو الطويل منذ وقت بعيد وامتد حديثا شمالا إلى المناطق الجنوبية من حزام الذرة وذلك بفضل التقدم في استخدام مبيدات الحشائش وإنتاج أصناف مبكرة النضج، وتتضمن هذه الأنماط محصول حبوب شتوي يعقبه محصول صيفي **(جدول ٥,٥)**.

وقد ساهمت طرق الزراعة بدون خدمة أو مع خدمة قليلة للتربة في نجاح زراعة محصولين عن طريق إدخال محصول ثاني عقب المحصول الأول بدون تأخير لتجهيز التربة قبل الزراعة. فقد أظهرت دراسات (Lewis and Philips, 1977) عن تأثير عمليات الخدمة على الإنتاج في نمط زراعة محصولين **(جدول ٥,٦) ما يلي:**

١ - انخفض محصول القمح عند بذاره قبل حصاد المحصول السابق بحوالي ٤٠ - ٧٨٪.

٢ - طريقة الزراعة هي التي تؤثر على محصول الحبوب.

٣ - لم تؤثر طريقة خدمة أرض المحصول الشتوي (قمح) على إنتاج المحصول الصيفي في حالة نظافة الأرض من الحشائش.

٤ - زراعة المحصول الصيفي بدون خدمة وعقب محصول شتوي تمت خدمته أعطى أعلى عائد إذ أعطى محصول فول الصويا بدون خدمة عقب قمح منزرع بخدمة عادية أعلى عائد نقدي.

جدول (٥,٥). المحاصيل المستخدمة في نمط زراعة محصولين في جنوب شرق الولايات المتحدة وفي مصر (موسم نمو طويل).

المحصول الشتوي	المحصول الصيفي
الولايات المتحدة الأمريكيــة	
حبوب للاستعمال :	
حبــوب	ذرة شامية (حبوب أو سيلاج)
سيلاج	فول صويا
حشائش	ذرة رفيعة (حبوب أو سيلاج)
علف أخضر (مقطع)	ذرة رفيعة أو حشيشة السودان (علف)
أو للرعي	دخن
مصـــــر	
برسيم (حشة أو اثنين)	قطـــــن
برسيم مستديم (٣ ـ ٤ حشة ثم بذور)	حبوب (ذرة شامية ـ أرز ـ ذرة رفيعة)
حبوب شتوية (قمح أو شعير)	بقول (فول صويا ـ فول سوداني ـ لوبيا ـ فاصوليا جافة)
بقول (فول ـ عدس ـ حمص حلبة ـ ترمس)	سمسم
كتان ـ عباد الشمس ـ قرطم	تيل ـ جوت
خضر شتوية	خضر صيفية (قرعيات)

وترجع أهمية تقليل عمليات الخدمة قبل الزراعة أو الزراعة بدونها في تحسين العائد عن طريق :

١ ـ إعطاء مرونة أكثر في توقيت عمليات الخدمة بالمزرعة والتبكير في مواعيد الزراعة .

٢ ـ تقليل تكلفة الأيدي العاملة والمحروقات نتيجة تقليل عمليات الخدمة .

شكل (٥،٦). تأثير عمليات الخدمة على الإنتاج عند زراعة محصولين في نورث كارولينا ولمتوسط أربع سنوات.

النظام المزرعي		بيدمونت		السهل الساحلي	
شتوي	صيفي	شتوي	صيفي	شتوي	صيفي
				كجم/ هـ	
–	ذرة شامية (ا)	–	٥,١٤٣	–	٥,٥٨٢
–	ذرة شامية (ب)	–	٥,٢٦٨	–	٥,٢٦٨
قمح (ا)*	ذرة شامية (ا)	٢,٤٨٦	٢,٨٢٢	١,٧٤٧	٢,٣٨٣
قمح (ا)	ذرة شامية (ب)	٢,٤٨٦	٤,٦٤١	١,٦١٣	٣,١٣٦
قمح (جـ)	ذرة شامية (ب)	١,٠٠٨	٤,٨٩٢	٤٧٠	٢,٩٤٨
قمح (ا)	فول صويا (ب)	٢,٤٥٣	٢,٠١٦	١,٨٨٢	١,٩٤٩
قمح (جـ)	فول صويا (ب)	٩٩١	١,٦٨٠	٤٠٣	١,٤٧٨
قمح (ا)	سورجم حبوب (ب)	٢,٢٣٤	٣,٤٥٠	١,٧٨١	٢,٦٩٧
قمح (جـ)	سورجم حبوب (ب)	١,٣٣١	٢,٨٨٥	٩٨٨	٢,٦٣٤

* (ا) خدمة عادية (حرث ثم تمشيط بالقرص).
* (ب) بدون خدمة.
* (جـ) بذار في المحصول السابق.

المصدر: (W.M. Lewis and J.A. Phillips, 1977).

٣ ـ المحافظة على رطوبة التربة للفترات الحرجة مثل وقت الزراعة وأثناء نمو المحاصيل خاصة في الموسم الصيفي نتيجة تقليل عمليات الخدمة وكذلك المحافظة على الطبقة السطحية من التربة وتقليل الانجراف بواسطة المياه والهواء.

وقد درس (Gomez, 1968) في المكسيك ١٤ نمطا محصوليا مختلفا، ووجد أن أفضل هذه الأنماط أربعة جميعها ثنائية المحصول وهي:

١ ـ ذرة شامية / ذرة شامية .
٢ ـ فول صويا / فول صويا .
٣ ـ ذرة شامية / فول صويا .
٤ ـ فول صويا / ذرة شامية .

وفي جميع الحالات أدى زراعة محصولين إلى زيادة كبيرة جدا في الدخل للهكتار مقارنا بزراعة المحصول الواحد . كما تشير نتائج الباحث إلى أهمية استخدام محصول بقولي في النمط إذ أن محصول الذرة عقب الذرة أعطى محصولا يماثل زراعة الذرة عقب فول الصويا عندما أضيف إليه سماد نيتر وجيني بكمية كافية كما تشير نتائج (Lewis and Phillips, 1977) في نورث كارولينا (جدول ٥,٧) إلى نتائج مماثلة وإلى أن النمط المكون من القمح وفول الصويا يعطي أفضل دخل للهكتار، كما توضح دراسات (Herbek, 1974) السابقة الذكر (جدول ٥,٤) أهمية اختيار المحاصيل المكونة للنمط المحصولي وكذلك أهمية اختيار الصنف المناسب .

جدول (٥,٧) . متوسط العائد لأربع سنوات من أنماط مختلفة ذات محصولين في نورث كارولينا (الولايات المتحدة) .

النظام المزرعي	الموقع (دولار / هـ)	
	بيد مونت	السهل الساحلي
ذرة شامية	٢٣٠	١٦١
قمح / ذرة شامية	٩١	٥٤
قمح / فول صويا	٢٣٧	١٦٥
قمح / ذرة رفيعة (حبوب)	١١٩	١٠

المصدر: (W.M. Lewis and J.A. Phillips, 1977).

ثانيًا: أنماط زراعة ثلاثة أو أربعة محاصيل Triple and quadruple cropping patterns

تمثل هذه الأنماط زراعة ثلاثة أو أربعة محاصيل منفردة بالتتابع في نفس الحقل خلال سنة واحدة. ولا تختلف الأسس التي تقوم عليها هذه الأنماط عن الأساس الذي تحدثنا عنه في زراعة محصولين إلا في عدد المحاصيل التي يتم زراعتها في السنة الواحدة. أي أن التكثيف في عمليات الإنتاج يكون في عامل الزمن عن طريق استخدام عدد أكبر من المحاصيل ذات موسم النمو القصير وزراعة كل منها منفردا. وتشتمل الأنماط المحصولية في هذه الحالة على عديد من محاصيل الخضر والمحاصيل الورقية التي تزرع لفترة قصيرة من أجل العلف الأخضر **(شكل ٥,٥)**.

ويعتبر محصول الأرز هو المحصول الأكثر شيوعا في هذه الأنماط في شرق آسيا عامة حيث يمكن إنتاج ثلاثة أو أربعة محاصيل في السنة. أما في أفريقيا الاستوائية وأمريكا الوسطي والاستوائية فتستخدم محاصيل الأرز الجاف والفاصوليا والذرة الرفيعة والفول السوداني وبعض محاصيل الخضر الأخرى.

ثالثًا: النمط المحصولي المعتمد على الخلفات Ratoon cropping pattern

يقصد بهذا النمط الإنتاج المتتابع للمحصول عن طريق خدمة الخلفات النامية عقب الحصاد. ففي البرسيم مثلا يتم حصاد المحصول الأول (الحشة الأولى) والذي يتكون في هذه الحالة من السيقان الرئيسية للنباتات وذلك بعد حوالي ٤٠ ـ ٥٠ يومًا من الزراعة كما يتكون في نهاية هذه الفترة وقبل الحش فروع قاعدية على النبات. يتم خدمة المحصول (عزيق ـ تسميد ـ مقاومة الآفات ـ ري) عقب الحش، فتنمو الفروع القاعدية الصغيرة وتكون سيقان جديدة تصبح ناضجة للحش بعد حوالي ٣٠ ـ ٤٠ يومًا حيث تعاد عمليات الخدمة وهكذا، **(شكل ٥,٦)**. ويعطي محصول البرسيم المصري عدة حشات ثم يترك لتكوين البذور (موسم النمو من اكتوبر ـ يونيو) بينما يتميز محصول البرسيم الحجازي المعمر بإعطائه ١٠ ـ ١٢ حشَّة في السنة. ويضم النمط المحصولي المعتمد على الخلفات مجموعة أنواع البراسيم المختلفة وغيرها من محاصيل

العلف البقولية وكذلك الذرة الرفيعة وحشيشة رودس وحشيشة الفيل وغيرها من محاصيل العلف النجيلية.

ويعتبر محصول قصب السكر والموز من المحاصيل التي تتبع هذا النظام ويحتاج إنتاج المحصول الأول في القصب ويعرف بالغرس ١٠ ـ ١٢ شهرا وفي بعض المناطق أكثر من ذلك ويتبعه محصول الخلفة الأولى ويحتاج إلى حوالي ٨ ـ ١٠ شهور ثم محصول الخلفة الثانية وينضج بعد حوالي ٧ ـ ٨ شهور، بينما يحتاج محصول الموز حوالي سنة كاملة لكل خلفة.

ويكون المحصول الأول في حالة الخلفات قليلا حيث يتكون من السيقان الرئيسية كما يحتاج إلى موسم نمو أطول من المحاصيل التالية، ويزداد الإنتاج في المحاصيل التالية نتيجة زيادة عدد الفروع على النبات ووجود مجموع جذري كبير مما يساعد أيضا على قصر موسم نمو المحاصيل التالية. ويتناقص محصول الخلفات بعد فترة من الزمن ويعزى السبب إلى زيادة الإصابة بالآفات والتي يصعب مقاومتها نتيجة الزراعة المستمرة. ويستخدم محصول القصب لثلاث سنوات تعاد بعدها الزراعة وكذلك الحالة في البرسيم الحجازي رغم إمكانية بقاء النباتات لخمسة سنوات في حالة جيدة من الإنتاج.

(٣,٥,٥) الأنماط المحصولية المتداخلة Intercropping patterns

تشتمل هذه الحالة على أنماط محصولية تتكون من محصولين أو أكثر منزرعة في نفس المساحة إما مختلطة بدون تمييز أو متجاورة في خطوط أو شرائح أو يتداخل أحد المحاصيل مع الآخر في فترة من موسم نموه. أي أن المحاصيل المزروعة تتداخل وتتنافس معا على الموارد المتاحة في المزرعة خلال فترة حياتها كلها أو جزء منها.

وتمارس النظم المزرعية المتداخلة في أفريقيا الاستوائية وشرق آسيا وأمريكا الوسطي والجنوبية. وأكثر الأنماط المحصولية المتداخلة شيوعا هي زراعة مخاليط تتكون

من عدة محاصيــل كأعــلاف أو لحماية أحد المحاصيل للآخر وكذلك زراعة محصول قبل حصاد المحصول السابق.

أولاً: المخاليط Mixed intercropping pattern

يقصـد به زراعـة مخلوط من محصولين أو أكثر في نفس الوقت بحيث يكون الإنتاج مختلطا ولا يمكن فصله إلى مكوناته. وتستخدم المخاليط في إنتاج الأعلاف كما في حالة زراعـة الـبرسيم الأحمر مخلوطا مع الشوفان في الخريف ويحصد الشوفان في الربيع وينمو الـبرسيم ويستمـر طوال فترة الصيف. وقد يزرع البرسيم الحجازي مختلطا مع الشعير (كـما في المملكـة) ونظـرا لسـرعة نمو الشعير فإنه يقلل من تأثير الرياح المحملة بالرمال ودرجات الحرارة المرتفعة على نمو بادرات البرسيم وحماية النباتات الصغيرة من درجات الحـرارة المنخفضـة بعـد ذلـك. ويحصـد الشعـير في نهاية الشتاء ويترك البرسيم ليتابع نموه. وقد يزرع مخلوط من المحاصيل النجيلية والبقولية بغرض استعمالها كمراعي أو أعلاف.

وقـد تستخـدم مخاليـط من الـذرة الشـاميـة والذرة الرفيعة والدخن والكسافا والتي تختلف في طول موسم النمو لكل منها كما في كثير من المزارع في افريقيا. كما تزرع الذرة الشـاميـة في مخلوط مع الفـاصوليا والكسافا والبطاطا في أمريكا الوسطي والجنوبية. كما يستعمل مخلوط من الأرز الجاف والذرة الشامية في المكسيك.

وقد تتكون المخاليط من نسب متساوية من المكونات أو قد تختلف في هذه النسب. ويتــوقف ذلـك على طبيعـة مكـونـات المخلوط والغـرض من استعـمالـه. فقـد درس (Gomez, 1968) تأثير المحصول المصاحب في عدة أنماط محصولية هي:

فاصوليا ـ ثم أرز ثم ذرة شامية.

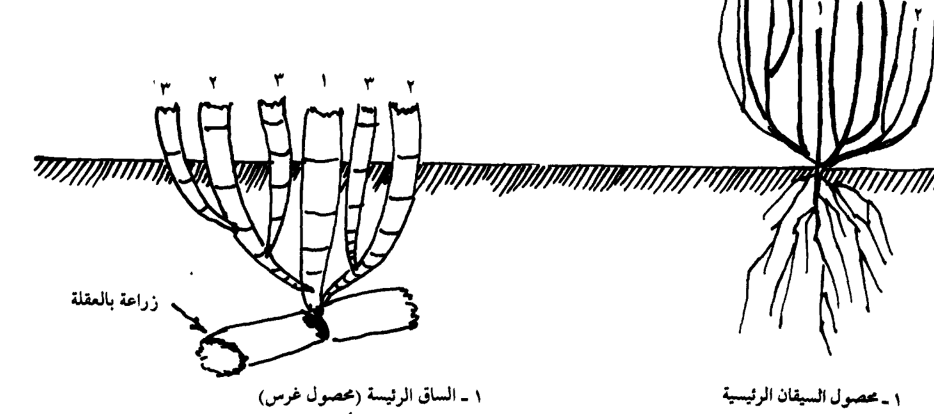
فاصوليا ـ ذرة شامية ثم ذرة شامية ثم ذرة شامية.

فاصوليا ـ كسافا ثم أرز.

الشهور: ١٠ أكتوبر، ١١ نوفمبر، ١٢ ديسمبر، ١ يناير، ٢ فبراير، ٣ مارس، ٤ أبريل، ٥ مايو، ٦ يونيو، ٧ يوليو، ٨ أغسطس، ٩ سبتمبر، ١٠ أكتوبر، ١١ نوفمبر، ١٢ ديسمبر، ١ يناير، ٢ فبراير، ٣ مارس، ٤ أبريل، ٥ مايو، ٦ يونيو، ٧ يوليو، ٨ أغسطس، ٩ سبتمبر

م	التتابع المحصولي	النظام / المنطقة
١	▲ قمح ▲ فول صويا ▲ قمح ▲ فول صويا	زراعة محصولين { جنوب وشرق الولايات المتحدة }
٢	▲ شعير ▵ فول صويا ▲ قمح ▲ فول صويا	" " "
٣	▲ شعير مبكر ▲ قطن ▲ شعير مبكر ▲ قطن	" " "
٤	▲ بقول شتوية "فول بلدى" ▲ ذرة شامية ▲ بقول شتوى ▲ ذرة شامية ▲	" " (مصر)
٥	▲ فول بلدى ▲ أرز ▲ بقول ▲ أرز ▲	" " "
٦	▲ كتان ▲ أرز ▲ بقول ▲ ذرة او سمسم او فول سودانى	" " "
٧	▲ علف بقولى "برسيم" ▲ قطن ▲ قمح ▲ بقول صيفى ▲	" " "
٨	▲ فول رومى ▲ أرز ▲ فول رومى ▲ أرز ▲	" " (اليابان)
٩	▲ فول رومى ▲ أرز "مبكر" ▲ أرز "متأخر" ▲ فول رومى ▲ أرز ▲ أرز	زراعة ٣ محاصيل "
١٠	▲ أرز "مبكر" ▲ فاصوليا ▲ بطاطس او بطاطا ▲ تبوير للخدمة ▲	" " " (شرق آسيا)
١١	▲ أرز ▲ فاصوليا ▲ لوبيا ▲ خدمة ▲	" " " " "
١٢	▲ أرز ▲ ذرة جلوتين ▲ لوبيا ▲ خدمة ▲	" " " " "
١٣	▲ أرز "جاف" ▲ فاصوليا ▲ لوبيا ▲	" " " (جنوب الولايات المتحدة)
١٤	▲ شعير ▲ دراوه ▲ فول صويا ▲ كتان ▲ دراوه ▲ فاصوليا ▲	" " " (شرق آسيا)
١٥	▲ أرز ▲ فاصوليا ▲ بطاطس ▲ أرز ▲	" " " " "
١٦	▲ أرز "جاف" ▲ فاصوليا ▲ لوبيا ▵ دراوه ▲	زراعة ٤ محاصيل " "

شكل (٥,٥). بعض الأنماط المحصولية المتتابعة.



شكل (٦, ٥). الخلفات في نباتي البرسيم والقصب.

ودلت النتـائـج على أن محصـول الفـاصوليا عند زراعته مختلطا مع الذرة كان أقل إنتاجا مما في حالة زراعته مختلطا مع الكسافا أو منفردا، إلا أن دراسات (Lopız, 1971) المفصلة عن الـذرة الشـاميـة والفـاصوليا والتي استمرت لمدة ثلاث سنوات في المكسيك واستخـدم فيهـا كثـافات مختلفة من نباتات الذرة والفاصوليا ومن بينها الكثافة التقليدية المستعملة في الحقول الصغيرة والتي تعتبر متزاحمة جدا قد أوضحت أن جميع الكثافات المستخـدمـة بما فيها الكثافة التقليدية أعطت إنتاجا أعلى من محصول البذور وزيادة في الدخل عما في حالة الزراعة في محاصيل منفردة تحت الكثافات المثلى للمحصول.

ثانيًا: الزراعة المتداخلة على خطوط Row intercropping pattern

تشـابـه الـزراعـة المتـداخلة على خطـوط نمـط زراعة المخاليط في وجود أكثر من محصـول في نفس المسـاحـة إلا أن مكـونـات المحصـول النـاتج يمكن فصلها في الحالة الأولى حيث يزرع كل محصول في خطوط منفصلة ومتبادلة مع المحصول الآخر بينما لا يمكن فصـل مكـونـات المخلوط في الحـالـة الثـانيـة. كما تعتبر الزراعة المتداخلة على خطـوط أحـد الأنـماط المحصـوليـة المتطـورة للزراعـة المتداخلة والتي يمكن فيها إجراء عمليـات الخـدمـة بالآليـات وحسب الطـرق التكنولوجية الحديثة. ويوجد العديد من الأنماط المحصولية والتي تختلف في طبيعة ونوعية المحاصيل المستعملة فيها كما في شكل (٧, ٥).

وتشـير دراسـات معهـد بحـوث الأرز في الفلبين (IRRI) إلى أنه من المفترض أن تكـون إنتـاجيـة هذه الأنماط مرتفعة فقط إذا وجدت اختلافات واضحة في طول موسم النمو بين المحاصيل المكونة للنمط كما في حالة أنماط أرز ـ ذرة شامية، ذرة شامية ـ فول سوداني. فاصـوليـا (mungbeans) ـ ذرة شاميـة. ويعتـبر النمط الشائع الاستعمال من الـذرة الشـاميـة ـ فول الصـويـا عالي الإنتاج كما في حالة زراعة المحصول المنفرد. وفي المناطق التي تكون الذرة الشامية هي المحصول الرئيسي والإصابة بالبياض الدقيقي هو العـامـل المحـدد للمحصـول فإن زراعة الذرة في خطوط تبلغ المسافة بينهما متران تشغل بمحصول آخر فإن الإصابة بالبياض الدقيقي تصبح أقل خطورة.

كما يشير (Harwood and Price, 1977) إلى أنه في حالة فشل أحد المحاصيل المنزرعة ضمن مخلوط من المحاصيل فإن ذلك يحدث عادة بعد فترة من النمو الخضري للمحصول (كما في حالة إصابة الذرة بالبياض الدقيقي في مخلوط الذرة الشامية ـ الأرز) وعليه فإن منافسة المحصول المصاب للمحاصيل الأخرى تظل قائمة ولا تؤدي الإصابة إلى ضعف قدرته التنافسية وبالتالي عدم استفادة المكونات الأخرى للمخلوط ـ كما يعتقد البعض ـ مما يؤدي إلى نقص إنتاجية المخلوط الكلية في وحدة المساحة نتيجة فشل أحد مكوناته. ولذلك فإنه عند احتمال فشل أحد المحاصيل التي تدخل في مخلوط فإن زراعة محاصيل منفردة تكون أفضل. وعليه فإن ضمان الإنتاج ليست في استعمال المخاليط أو زيادة مكوناتها ولكن في تنويع المحاصيل الداخلة في الأنماط المستخدمة.

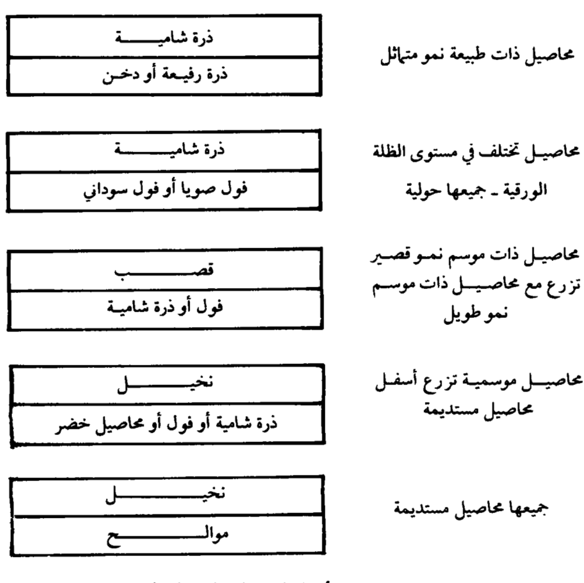
ثالثًا: الزراعة في شرائح Strip intercropping pattern

يمثل هذا النمط زراعة أكثر من محصول في نفس المزرعة بحالة منفردة في شرائح منفصلة ويتم خدمة كل محصول مفردا ولا تختلف طبيعة نموه عن المحاصيل المنزرعة في نظام المحصول الواحد. وتتنافس المحاصيل المنزرعة في الأنماط ذات الشرائح في عمليات الخدمة على مستوى المزرعة الواحدة فقط.

يستخدم نمط الزراعة في شرائح لمقاومة الظروف البيئية المعاكسة مثل زراعة بعض الشرائح وترك الأخرى بور إذ تقلل الشرائح المنزرعة تأثير الانجراف بواسطة الرياح كما يؤدي كذلك إلى المحافظة على الرطوبة في التربة. وتستخدم الشرائح كطريقة فعالة لمقاومة الآفات حيث تتبادل شرائح من محاصيل تختلف في مقاومتها للآفات مما يجعل منها حواجز طبيعية تحد من انتقال الآفات من شريحة إلى أخرى بالإضافة إلى سهولة تركيز عمليات المقاومة في كل شريحة على حدة.

رابعًا: زراعة محصول قبل حصاد الآخر Relay intercropping pattern

يقصد بهذا النمط بذار أحد المحاصيل في المحصول السابق وقبل حصاده وبذلك يتداخل المحصولين في الفترة الأخيرة من عمر المحصول الأول والفترة الأولى من عمر



شكل (٧,٥). بعض الأنماط المحصولية المتداخلة المحاصيل.

المحصول الثاني. يستخدم هذا النمط عند تأخر نضج أحد المحاصيل المكونة للنمط والرغبة في عدم تأخير زراعة المحصول التالي كما في حالة زراعة فول الصويا أسفل القمح وقبل حصاده. وقد يزرع الفول أسفل القطن في حالة تأخر جني القطن أو زراعة البرسيم أسفل محصول الأرز والذرة الشامية. وعموما يقتصر هذا النظام على المزارع الصغيرة والتي تعتمد أساسا على الأيدي العاملة.

(٦ , ٥) الأنماط المحصولية المختلطة وزيادة الإنتاج
Intercropping and Increase of Production

يصعب تقدير الزيادة في وحدة المساحة الناجمة عن حالة زراعة المخاليط حيث يتعذر تقدير المساحة التي تحتاجها المحاصيل المكونة للمخلوط عند زراعتها بحالة منفردة وبالتالي تقدير النسبة المعادلة للمساحة (Land Equivalent Ratio. LER) وعموما تشير التقارير الواردة من شمال نيجيريا إلى أن النسبة المعادلة للمساحة في حقول بعض المزارعين قد تصل إلى ١,٦ وأظهرت بعض الدراسات التي أجريت في الهند أنه قد تم رفع النسبة المعادلة للمساحة إلى ٢,٠ ، كما بينت نتائج الدراسات التي أجريت في معهد بحوث الأرز بالفلبين إلى أن بعض المخاليط تعطي نسبة معادلة للمساحة مرتفعة تحت ظروف الخدمة الفلاحية البسيطة، بينما تستجيب مخاليط أخرى إلى مستويات جيدة من الخدمة. ومن ناحية أخرى فإن الأصناف الجديدة التي تم تربيتها لصفة المحصول المرتفع تتميز عند زراعتها بحالة متجانسة بضعف أو قلة التنافس بين نباتات المحصول الواحد مما يجعلها أكثر نجاحا في حالة المخاليط شريطة أن يتم موازنة أي تغيير في التنافس بين النباتات عن طريق التغيير في الكثافة النباتية للمخلوط.

ولما كانت الأصناف عالية المحصول تعطي إنتاجا مرتفعا في مدى واسع من الكثافة النباتية فإن عرض الخطوط المستخدمة في حالة الزراعة المتداخلة على خطوط لا يشكل عقبات عند استعمال الكثافات العالية. وتشير نتائج الدراسات لمقارنة الزراعة على خطوط مع زراعة المخاليط لنفس المكونات أنه لا يوجد ما يمنع من استخدام مكونات المخلوط في الزراعة على خطوط والتي لها العديد من المميزات بالإضافة إلى أنها النظام الوحيد الذي يسمح باستخدام التكنولوجيا الحديثة في إنتاج المخاليط. وثمة ميزة أخرى هي أن العديد من عمليات الخدمة الفلاحية من البذار وحتى الحصاد يمكن إجراؤ ها باستخدام الآليات في الزراعة المتداخلة على خطوط وبدون اللجوء إلى الزراعة في شرائح والتي يكون فيها فوائد استخدام المساحة والوقت أقل كفاءة.

ولما كانت زراعة المخاليط تعطي إنتاجا أكثر في المناطق الاستوائية شبه الجافة لذلك فإن كفاءة استخدام المخاليط للمياه تكون أعلى بكثير خاصة في الفترة الرطبة من موسم النمو ـ كما أن المخاليط تستخدم النيتروجين المتوفر بكفاءة أعلى من المحاصيل المنفردة.

وأخيرا فإن مقاومة الحشائش واستخدام العمالة يكون أكثر كفاءة عند زراعة المخاليط خاصة إذا لم توجد مصادر للطاقة اللازمة لعمليات الخدمة الأساسية. وتحت هذه الظروف يصلح استخدام أنماط الزراعة المختلطة طويلة الأمد والتي تنتج عادة ثلاثة أو أربعة محاصيل خلال عشرة شهور أما باقي السنة فتترك لعمليات الخدمة الأساسية والتي تتم مرة واحدة في العام.

(٥,٧) العلاقة بين مكونات النمط المحصولي والإنتاج
Components of Cropping Patterns and Production

تتعاقب رراعة المحاصيل واحدا بعد الآخر من أجل الحصول على إنتاج أوفر. فالهدف من استخدام الأنماط ذات المحاصيل المتتابعة هو زيادة إنتاج وحدة المساحة بإضافة محصول أو أكثر إلى التتابع (جدول ٥,٨) فالتكثيف في هذه الحالة يكون في عامل الزمن. ولقد ساهمت تربية محاصيل مبكرة النضج وذات محصول مرتفع في مرونة ونجاح الأنماط المتتابعة. ففي الهند ـ على سبيل المثال ـ أمكن استبدال أصناف الذرة الرفيعة الخريفية ذات الموسم الطويل بهجن مبكرة النضج مما أتاح زراعة محصولين بدلا من محصول واحد فقط. بينما في بعض المناطق الأخرى والتي كانت تزرع بمحصولين فإن استعمال الأصناف الهجن المبكرة في النضج قد أعطي فرصة للتبكير في زراعة المحصول التالي (الشتوي) مثل القمح أو الحمص أو القرطم أو الكتان أو دوار الشمس وبالتالي زيادة الإنتاج. ويلاحظ أن القواعد المتبعة لزيادة إنتاج المحصول الواحد المنفرد يمكن اسخدامها في حالة الأنماط ذات المحاصيل المتتابعة بخلاف حالة الأنماط المتداخلة.

ويجب الحذر عند عمل النمط المحصولي المتابع حتى لا يكون هناك تأثير سيء لأحد المحاصيل على المحصول الذي يليه في النمط. فقد يكون التأثير راجعا إلى استنفاذ العناصر المغذية أو الرطوبة أو زيادة عشائر الآفات. كما تجدر الإشارة إلى إمكانية الاستفادة من استخدام المحاصيل البقولية ضمن التتابع المحصولي مع العناية بمقاومة الآفات المختلفة.

وكما تستخدم الأنماط المحصولية المتتابعة لتكثيف الإنتاج فإنه يمكن زراعة المحاصيل في مخاليط تؤمن نفس الغرض وتعطي المخاليط المكونة من عدد من المحاصيل إنتاجا أكبر مما ينتجه زراعة محصول منفرد حيث عادة ما تختلف المحاصيل التي تدخل في المخاليط في احتياجات النمو مما يقلل من التنافس بينها نتيجة لاختلاف احتياجاتها البيئية.

وتهدف الأنماط المحصولية المتداخلة إلى استخدام عاملي الزمن والمساحة بما يفيد النمط المحصولي ودعم كل محصول للآخر كما في حالة زراعة الفاصوليا (متسلقة) مع الذرة الشامية. وتعزى زيادة الإنتاج من الأنماط المتداخلة إما إلى زيادة محصول النبات الواحد أو نتيجة زيادة الكثافة النباتية بوحدة المساحة أو لكليهما معا.

وتتميز مكونات المخلوط الناجح سواء كانت المحاصيل الداخلة فيه متماثلة أو مختلفة في طول موسم النمو بأن التنافس بينها يكون أقل من مجموع التنافس الذي يحدث بين هذه المكونات عند زراعتها منفردة. ففي حالة المخاليط ذات مواسم النمو المتماثلة تعود زيادة الإنتاج إلى قلة التنافس بين المكونات إما في حالة المخاليط ذات مواسم النمو المختلفة فترجع الزيادة في الإنتاج إلى معدل تنافس منخفض بين المكونات لصالح نباتات المحصول (المبكر) السريع النمو في الفترة الأولى من الموسم وإلى معدل تنافس منخفض بين نباتات المحصول نفسه لصالح المحصول المتأخر (البطيء النمو) خلال الفترة الأخيرة من الموسم.

ولما كان الأساس في زيادة الإنتاج ترجع إلى تحسين استخدام عامل المساحة في المخاليط والتي يكملها استخدام عامل الزمن في التتابع فإن الإنتاج الأقصى ـ نظريا ـ يمكن الحصول عليه من استخدام تتابع لعدة أنماط ذات محاصيل مرتفعة ومنزرعة في مخاليط متوازنة إلا أن هذا النمط من الناحية العلمية ينشأ طبقا للموارد المتاحة وحسبما تسمح له الظروف البيئية، فقد قام (Soria *et al.*, 1975) بدراسة مفصلة للأنماط المحصولية في أمريكا الاستوائية (الوسطي) حيث تم اختيار أربعة محاصيل هي الذرة الشامية والفاصوليا والكسافا والبطاطا ووضعت في **٢٥** نمطا محصوليا اعتبرت ممثلة للمنطقة واستخدم كثافة ثابتة لكل من هذه المحاصيل كما تم اختيار الأنماط المختلفة تحت مستويين من الخدمة (التكنولوجيا) أحدهما عالي حيث تستخدم فيه الأسمدة المعدنية ومبيدات الحشائش والميكنة والآخر منخفض حيث لا تستخدم فيه أي من الإضافات السابقة أو القليل منها. وتشير الدراسة إلى أن أفضل النتائج كانت للأنماط التالية على الترتيب:

١ ـ فاصوليا ثم ذرة شامية ثم ذرة شامية.
٢ ـ فاصوليا ـ ذرة شامية (مخلوط) ثم ذرة شامية.
٣ ـ فاصوليا ـ كسافا (مخلوط) ثم ذرة شامية.
٤ ـ ذرة ـ كسافا (مخلوط) ثم بطاطا.

كما أوضحت الدراسة:

(أ) إن الإنتاج كان أعلى في حالة مستوى الخدمة العالي عنه في حالة المستوى المنخفض سواء في الأنماط المحصولية المتتابعة أو المتداخلة.

(ب) إنه في داخل كل مستوى من الخدمة كان إنتاج الأنماط متعددة المحاصيل أعلى مما في حالة زراعة المحصول المنفرد كما زادت الاستفادة من الطاقة الشمسية (زيادة في التمثيل الضوئي) في حالة الأنماط متعددة المحاصيل.

(جـ) الأسمدة هي العامل الهام في تحديد أفضل المحاصيل في المستوى المرتفع من الخدمة والتكنولوجيا.

جدول (٥,٨). اقتصاديات الزراعة المتعددة في الهند.

نظام الزراعة	المحصول	الإنتاج طن/ هكتار	الربح الصافي بالنسبة لزراعة المحصول الواحد
زراعة محصول واحد في السنة	القمح	٤.٧	١٠٠
زراعة محصولين في السنة	القمح	٤.٥	
	الذرة الشامية	٤.٠	
	المجموع		١١٣
زراعة ثلاثة محاصيل في السنة (أ)	لوبيا علف	٠.٥	
	ذرة شامية	٤.٠	
	قمح	٥.٠	
	المجموع		١٥٢
(ب)	ذرة شامية	٣.٧	
	بطاطس	١٦.٥	
	بصل	٣٤.٩	
	المجموع		٢٨٦
زراعة أربعة محاصيل في السنة (جـ)	لوبيا علف	٠.٧	
	حمص	١.٣	
	قمح	٤.٠	
	المجموع		١٣٤
	لوبيا علف	٠.٥	
	ذرة شامية	٤.٠	
	بطاطس	١٨.٠	
	قمح	٢.٨	
	المجموع		١٥١

المصدر: محمود محمد حبيب، وفيصل عبدالله السعد (١٩٧٩).

(د) الأنماط متعددة المحاصيل كانت أكثر قدرة على منافسة الحشائش من المحاصيل المنفردة.

(هـ) كانت الإصابة بالأمراض التي تنتشر عن طريق الهواء أكثر وضوحا في المحصيل المنفردة عنها في الأنماط المتعددة. إلا أن بعض الأنماط أدت إلى ارتفاع الرطوبة حول النباتات والتظليل مما أدى إلى انتشار أمراض أخرى.

(ى) استحدام العمالة كان أكثر كفاءة في حالة الأنماط المحصولية المتعددة.

وقد أوضح (Litsinger and Moody, 1977) أنه يجب مراعاة بعض القواعد الأساسية لتجنب احتمال حدوث الإصابات الشديدة بالآفات (**جدول ٥,٩**). كما أوضحت دراسات الإنتاجية لبعض المحاصيل إلى أهمية إجراء عمليات مقاومة الآفات جنبا إلى جنب مع عمليات التسميد لما لذلك من تأثير على المحصول (جدول ٥,١٠).

(٥,٨) استقرار الدخل في نظام الزراعة المتعددة
Multiple Cropping and Stability of Income

يعتبر وجود عائد اقتصادي مضمون أحد السمات الأساسية للأنماط المتعددة المحاصيل مقارنة بزراعة المحصول الواحد. ورغم أن هذا هو الأساس في تقويم أي مشروع اقتصادي إلا أنه ضرورة حتمية بالنسبة لصغار المزارعين. فتحت مستويات محدودة من الإنتاج وحيث لا يوجد لدى المزارعين بديل لأنماط الإنتاج المستخدمة فإنهم يستطيعون تحمل المخاطرة الناجمة عن عدم استعادة مقابل العمالة ورأس المال المستثمر بسبب فشل المحصول المزروع. وقد أصبح من الواضح في المناطق الاستوائية والتي يكون الإنتاج فيها على مستوى محدود أن زراعة المحاصيل الغذائية تحت نمط المحصول الواحد يعطي عائدا اقتصاديا أقل بكثير من أنماط الزراعة المتعددة. ولهذا السبب فإن الزيادة في الإنتاج تأتي من استخدام المزارع لنظم مزرعية متعددة مأمونة العواقب من الناحية الاقتصادية.

جدول (٩,٥). نوعية المحاصيل وتوزيعها في الأنماط المحصولية وعلاقة ذلك بالإصابة بالآفات.

احتمال إصابة شديدة ــــــــــــ إحتمال إصابة ضعيفة

المحصول

معقد حشري كبير — حشرة محدودة

النوع النباتي

غير مافس للحشائش — منافس قوي للحشائش

صنف قابل للاصابة ــــ صنف مقاوم ــــ مقاومة سلالة نقية — خلفية وراثية عريضة للمقاومة

حولي ــــــــــــ معمر

موسم نمو طويل ــــــــــــ موسم نمو قصير

توزيع المحاصيل بالنسبة للزمن

زراعة المحصول الواحد ــــــــــــ تتابع أنواع مختلفة

زراعة مستمرة ــــــــــــ زراعة غير مستمرة

زراعة في أوقات مختلفة ــــــــــــ زراعة في وقت واحد

موسم مناسب للآفات ــــــــــــ موسم غير مناسب للآفات

توزيع المحاصيل بالنسبة للمساحة

زراعة محصول منفرد ــــ زراعة خطية أو شرائح ــــ زراعة مختلطة

كثافة خفيفة ــــــــــــ كثافة عالية

حقل كبير ــــــــــــ حقل صغير

منطقة واسعة منزرعة بالعائل ــــــــــــ منطقة صغيرة منزرعة بالعائل

الحقول متجمعة ــــــــــــ الحقول مبعثرة

المصدر: U.A. Litsinger and K. Moody, 1977.

جدول (٥,١٠). تأثير التسميد ومقاومة الآفات على الإنتاج.

المعـــاملـــــة			المحصول (طن/ هكتار)		
			ذرة سكرية	ذرة شامية	فول صويا
١ ـ تسميد	ـ مقاومة حشائش	ـ مقاومة حشرات			
٢ ـ بدون	بدون	بدون	١,١	٢,٣	ـ
٣ ـ تسميد	بدون	بدون	١,٦	٢,١	ـ
٤ ـ بدون	مقاومة يدوية	بدون	١,٧	٣,٠	٠,٧
٥ ـ تسميد	مقاومة يدوية	بدون	١,٨	٣,١	١,١
٦ ـ بدون	مقاومة مبيدات	مبيدات	٢,١	٣,٢	١,١
٧ ـ تسميد	مبيدات	مبيدات	٢,٤	٣,٧	١,٣

المصدر: محمود محمد حبيب، وفيصل عبدالله السعد (١٩٧٩م).

والأنماط المحصولية المتتابعة نظام مأمون العائد الاقتصادي نظرا لوجود محصولين أو أكثر تساهم في الدخل. ففي مناطق الزراعة المطرية فإن إمكانيات الأنماط المتعددة المحاصيل تجذب المستثمرين للتربة والمصادر المائية حيث تكون مصحوبة بعوامل مطمئنة مثل قلة احتمالات الجفاف والتعرية.

وأنماط زراعة المخاليط أكثر توازنا من الناحية البيولوجية عن المحصول الواحد وأقل احتمالا للانهيار تحت الظروف البيئية المعاكسة. كما أن تناقص إنتاج أحد المكونات قد يتم تعويضه بالمكونات الباقية. كما يتضح من دراسات سابقة أن الإصابة بالحشرات تكون قل خطورة عند زراعة المخاليط ويسري هذا الكلام أيضا على الإصابة بالأمراض حيث تكون شدة الإصابة مرتبطة بالكثافة النباتية للمحصول العائل. وعموما فهناك دلائل تشير إلى أن العلاقة بين العائل والآفة تكون أكثر اتزانا في حالة المخاليط عنه في حالة المحصول الواحد.

التكاثر*
Reproduction

● التكاثر الجنسي ● التكاثر الخضري

يعتبر علم تكاثر النبات أحد العلوم النباتية الأساسية التي تهم المشتغلين بالزراعة . ويقوم الإنسان منذ عرف الزراعة بإكثار النباتات الاقتصادية للمحافظة على صفاتها المرغوبة ، اللازمة لسد احتياجاته من الغذاء والكساء والمسكن . كما تستعمل بعض هذه النباتات للزينة ، والبعض الآخر يستعمل في صناعة العقاقير الطبية . وللمحافظة على مثل هذه النباتات الاقتصادية ، يجب استمرار إكثارها بالطرق المناسبة (Adriance and Brison, 1955) .

وتكاثر النبات عبارة عن زيادة عدد الأفراد ، وذلك لحفظ النوع والعمل على انتشاره . ويجري التكاثر بطرق منظمة للمحافظة على النباتات الاقتصادية ، فمعظم أنواع النباتات المزروعة عبارة عن أشكال محسنة لهذه الأنواع ، أمكن المحافظة عليها بواسطة استمرار إكثارها بطرق مناسبة ، مثل هذه النباتات إذا تركت وشأنها تحت ظروف تكاثرها الطبيعي ، فإنها قد تتدهور صفاتها المرغوبة ، مما يسبب اندثارها خلال أجيال قليلة .

وتكاثر النبات يعتبر ضروريا وهاما للمشتغلين بتربية النبات وبدونه يصبح المجهود الذي يبذله علماء التربية في إنتاج أنواع جديدة محسنة قاصرا على أفراد قليلة العدد قليلة الانتشار.

*طه عبدالله نصر، حسين علي توفيق، عبدالغفار الحاج سعيد
عطا الله أحمد أبوحسن ومحمد لطفي محمود الأسطى

(٦,١) التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

وسيلته البذرة المحتوية على جنين (نبات صغير) كامن، ينشأ من اتحاد المشيجة (الجاميطة) المذكرة بالمشيجة المؤنثة، وذلك خلال عمليات التلقيح والإخصاب ونضج الثمار. ويعتبر الإكثار البذري من أيسر الطرق وأكثرها انتشارا، حيث يتبع في زراعة محاصيل الحقل والخضر والزينة. وهناك نواحي زراعية تتطلب الإكثار البذري مثل:

١ ـ استنباط سلالات جديدة بعمليات التربية والتهجين بين النباتات ذات الخواص المطلوبة.

٢ ـ إنتاج أصول للتطعيم عليها بالأصناف ذات الصفات الممتازة.

(٦,١,١) تركيب الزهرة Floral structure

تعتبر الزهرة (flower) هي العضو المسؤول عن إنجاز التكاثر الجنسي، وهي عبارة عن ساق متحورة تسمى التخت (receptacle) مختزلة السلاميات، وتحمل عقدها المتقاربة الأوراق الزهرية المتحورة، والمحمولة في مجموعات مميزة تسمى كل منها محيط زهري (floral whorl).

وتتميز الزهرة الكاملة بوجود أربعة محيطات رئيسية، ترتيبها من الخارج إلى الداخل كما يلي:

١ ـ الكأس Calyx

المكون من سبلات (sepals) خضراء اللون، توفر الحماية لمكونات الزهرة الأخرى خلال تكشفها ونموها في البرعم الزهري.

٢ ـ التويج Corolla

المكون من بتلات (petals) ملونة عادة، رهيفة التكوين. وقد تكتسب أشكالا خاصة مثل: الفراشي ـ القمعي ـ الناقوسي ـ الشفوي ـ الزنبقي ـ الصليبي . . الخ.

٣ ـ الطلع Androecium

وحداته هي الأسدية وتتكون السداة (stamen) عادة من خيط (filament)، يحمل المتك (anther)، الذي تتكون بداخله حبوب اللقاح (pollen grains)، والتي تعتبر مسؤولة عن حمل الأمشاج المذكرة (male gametes).

٤ ـ المتاع Gynaecium

تتكون الوحدة المتاعية (pistil) من مبيض (ovary)، الذي تنشأ بداخله البويضات (ovules)، التي تتكون فيها الأمشاج المؤنثة. ويحمل المبيض قلما (style) أو أكثر، والذي ينتهي من أعلى بالميسم (stigma)، وهو الموضع المهيأ لاستقبال حبوب اللقاح. وتتكون الوحدة المتاعية في نشأتها، إما من ورقة واحدة تسمى كربلة (carpel)، أو عدة كرابل ملتحمة.

وتختلف الأزهار في مدى توفر أي من المحيطات السابقة. فإذا غاب الكأس والتويج تعتبر الزهرة عارية (naked flower). ووحيدة الغلاف إذا غاب الكأس أو التويج، وبالنسبة لجنس الزهرة تعتبر الزهرة خنثي (hermaphrodite) باكتمال الطلع والمتاع. ولكن إذا غاب أحدهما اعتبرت وحيدة الجنس ـ ويميز منها نوعان:

الزهرة المذكرة (male flower) إذا غاب المتاع أو وجد بحالة أثرية ضامرة.

أما الزهرة المؤنثة (female flower) فهي التي يعيب فيها الطلع.

وتختلف النباتات في نظام حمل الأزهار وحيدة الجنس فهي وحيدة المنزل (monoecious). إذا اجتمع النوعان على نبات واحد مثل الذرة والبكان والجوز وبعض أنواع الكازورينا، أو تحمل كل من الأزهار المذكرة على نبات، والمؤنثة على نبات آخر، وتعرف النباتات بأنها ثنائية المنزل (dioecious) مثل نخيل التمر والفستق ومعظم سلالات الباباظ وبعض أنواع الكازورينا.

(٢ ، ١ ، ٦) نشأة الأمشاج Gametogenesis

تختلف نشأة الأمشاج وتتعدد طرق تكوينها باختلاف النباتات ولكن هناك أنواع

أكثرها شيوعا تعرف بالأنواع العادية (normal types) . تتكون المشيجة المؤنثة في البويضة والمشيجة المذكرة في حبة اللقاح .

١ ـ تكوين البويضة Ovule formation

تنشأ البويضة من نسيج المشيمة (placenta) كنتوء ينمو مكونا نسيج النيوسيلة (nucellus) الذي يكتسب شكلا كرويا أو بيضاويا، ثم تتكون الأغلفة (واحد أو أكثر) وتكسو النيوسيلة لحمايتها . وخلال مراحل النمو، تتميز إحدي الخلايا بكبر حجمها وتسمي الخلية الأمية للجراثيم المؤنثة (megaspore mother cell) التي تنقسم اختزاليا مكونة أربع خلايا جرثومية مؤنثة (mega - spores) ، تتلاشي (في النوع العادي) الثلاث الخارجية منها، وتنمو الداخلية ويكبر حجمها، لتكوين الكيس الجنيني (embryosac) ، وتنقسم نواتها، انقساما غير مباشر، ثلاث مرات تنتهي بتكوين ثمان أنوية في مجموعتين قطبيتين . ثم تهاجر نواة من كل مجموعة إلى مركز الكيس الجنيني وتتحدان لتكوين النواة الثانوية (secondary nucleus) ويبقي عند كل قطب ثلاث أنوية تختص كل منها بتكوين خلية . وتسمى المجموعة البعيدة عن النقير بالخلايا السمتية أو القطبية (antipodals) أما المجموعة الأخرى فتكون الخلية الوسطي خلية البيضة (egg cell) ، وتعتبر المشيجة المؤنثة . أما الخليتين المجاورتين فتعرفان بالخلايا المساعدة (synergids) . ويصبح الكيس الجنيني حينئذ مهيأ للإخصاب (شكل ٦,١) .

٢ ـ تكوين حبة اللقاح Pollen grain formation

يعتبر المتك حافظة جرثومية مذكرة (microsporangium) لنسيج خاص يكون الخلايا الأمية لحبوب اللقاح (pollen mother cells) PMC ، والتي تنقسم كل منها اختزاليا بمرحلتين تنتهيان بتكوين أربع جراثيم مذكرة (microspores) ، تنفرد كل منها، وتطرأ عليها تغيرات حيث تنقسم نواتها إلى نواتين، تصبح الأولى النواة الخضرية (vegetative nucleus) (تسمى أحيانا نواة الأنبوبة tube nucleus) ، بينما تحيط الأخرى نفسها بكتلة بروتوبلازمية وتصبح الخلية الجنسية (generative cell) . وتفرز الخلية حولها جدارا خارجيا (exine) من خلال الجدار الداخلي (intine) . وقد يميز الجدار الخارجي

بتضـاريس خاصـة، أو نتـوءات مختلفـة الأشكـال. ويقـل سمـك الجدار الخارجي في مواضـع خاصـة، يمكن أن تنبت الحبـة من إحداها بعد التلقيح، وتسمى ثقب إنبات (germ pore)، وتعتبر حينئذ حبوب لقاح (pollen grains) مكتملة التكوين.

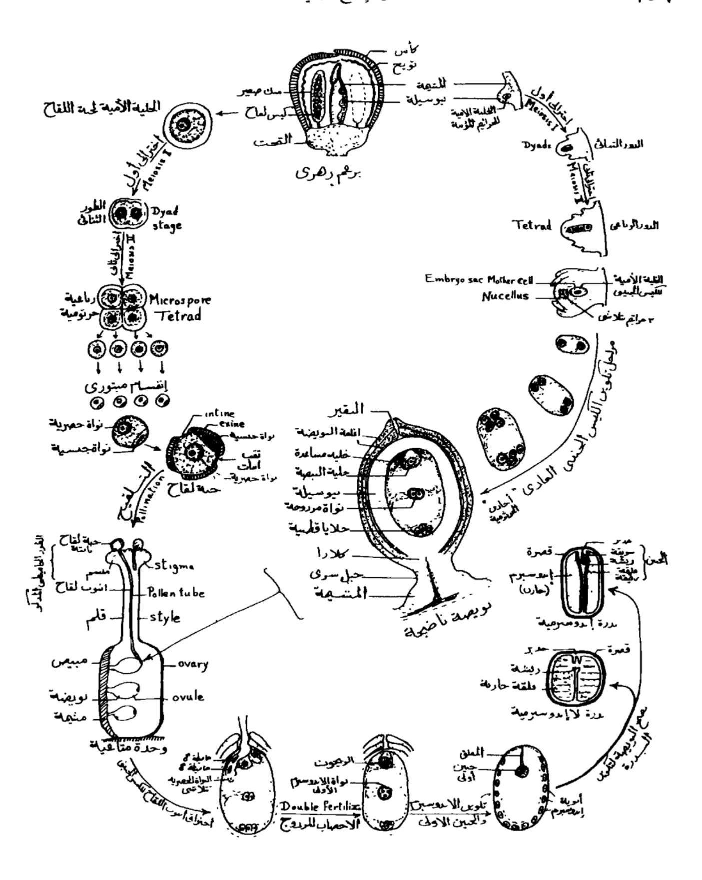
يحتـوي المتـك الصغـير على أربـع أكيـاس جرثـومية، ولكن عنـد النضـج نجد حجـرتـان فقـط، لزوال الجـدار الفـاصـل بين الاثنـين في كل فص متك ـ عقب نضج حبـوب اللقـاح، تتحرر من المتك بعد انفتاحه (يتم ذلك بطرق خاصة ومتعددة). وفي تلك اللحظة تنقسم الخلية الجرثومية إلى خليتين تعتبر كل واحدة مشيجة مذكرة (male gamete)، وقد يتأخر ذلك الانقسام أحيانا إلى ما بعد إنبات حبة اللقاح (شكل ٦, ١).

(٦, ١, ٣) التلقيح Pollination

يعـرف في مغطـاة البـذور بانتقـال حبوب اللقاح من المتك إلى المياسم. ويميز منه نوعان: تلقيح ذاتي (self pollination) بانتقال حبوب اللقاح إلى مياسم نفس الزهرة. أمـا التلقيـح الخلطي (cross pollination) فيعـبر عن انتقـال حبوب اللقاح إلى مياسم زهرة أخرى. وتنتقل حبوب اللقاح بوسائل عدة، مثل الرياح والحشرات والماء والطيور والخفافيش وغيرها (شكل ٦ ـ ١).

(٦, ١, ٤) الإخصاب Fertilization

تنبت حبـوب اللقـاح على سطـح الميسم، فتخرج من أحد ثقوب الإنبات أنبوب اللقـاح (pollen tube)، وتمـر إليهـا النـواة الخضـريـة وخلفهـا الأمشـاج داخل الكتلة البر وتوبلازمية. وتخترق الأنبوب أنسجة القلم متجهة إلى المبيض، ثم إلى البويضة، وتـدخلهـا عن طريق النقـير عادة، ثم تخترق النيـوسيلة متجهـة إلى الكيس الجنيني، وتخـترق جداره أمـام إحـدى الخـلايـا المساعدة، حيث تختفي النواة الخضرية، وتتجه إحدى المشيجتين إلى خلية البيضة وتخصبها باندماج النواتان معا لتكوين خلية الزيجوت (Zygote) وهي أولى خلايـا الجنـين ـ أمـا المشيجـة الثـانيـة، فتندمج مع النواة الثانوية



شكل (٦,١). خطوات تكوين حبوب اللقاح والبويضات وعملية الإخصاب وتكوين البذور.

لتكـوين نواة الإنـدوسـبرم الأوليـة (primary endosperm nucleus) ، وبـذلك يكتمل الإخصاب المزدوج (double fertilization) .

(٥ , ١ , ٦) تكوين البذرة Seed formation

بعـد الإخصـاب ، تطـرأ على الـزهـرة عدة تغيرات ، حيث يذبل التويج والطلع وغالبا الكأس ، بينما ينشط المتاع ، ويزداد حجم المبيض لكي يفسح المجال للبويضات النامية لتكوين البذور . ومن الملاحظ أن الزيجوت يمر بمرحلة سكون ، بينما تنشط نواة الإنـدوسـبرم الأولية ، وتنقسم بسرعة عدة انقسامات ، مكونة أنوية ، تهاجر قرب جدار الكيس الجنيني . ويستمـر التكـاثـر فترة يبدأ بعدها تكوين الجدر الفاصلة بين الأنوية . وبـذلـك يبـدأ تكـوين نسيـج الإنـدوسبرم (endosperm) ، وهو النسيج الخازن لغذاء الجنـين . ثم ينشـط الـزيجـوت بالانقسام مكونا الجنين الأولي ، الذي يميز مرتبطا بخيط خلوي يسمى المعلق (suspensor) . ويتكشف الجنـين الأولي فيـما بعد إلى محور الجنين (الجذير ـ السويقة ـ الريشة) الذي يرتبط بفلقة واحدة أو أكثر .

وتختلف البذور بالنسبة للمرحلة التالية إلى إحدى الحالتين :

١ ـ يستمـر تكـوين نسيـح الإنـدوسـبرم وتخـزينـه للغـذاء ، ويحيـط عادة بالجنين الصغير ، وتعرف البذرة بأنها إندوسبرمية (endospermic seed) ، حيث يخزن الغذاء في نسيج الإندوسبرم (أي خارج الجنين) .

٢ ـ تنشـط الأوراق الفلقيـة وتقـوم بامتصـاص الغـذاء وتخزينه ، بينما يضمر نسيج الإنـدوسـبرم ويتحلل . ويعتـبر الغـذاء هنـا مخزنا داخل الجنين ، وتعرف البذرة بأنها لا إنـدوسـبرمية (exendospermic) وهناك تقسيم آخر للبذور تبعا لعدد الأوراق الفلقية في الجنين حيث يميز ما يلي :

(أ) بذور ذات فلقة واحدة : حيث يحتوي الجنين على فلقة واحدة ، مثل الدرة ـ القمح ـ الشعير .

(ب) بذور ذات فلقتين : ويتميز الجنين بوجود زوج من الأوراق الفلقية ، مثل البقوليات .

(جـ) بذور عديدة الفلقات: حيث يميز عدد من الفلقات يتراوح ما بين ٩ ـ ١١ فلقة، كما في الصنوبر.

وفي الظروف العادية، تكون البذور جيدة التكوين ذات جنين حي. ولكن أحيانا تحتوي الثمار على بذور ضامرة. وتكون أغلفة البذرة (القصرة testa) فارغة لعدم نمو الجنين، ويصبح بحالة أثرية. وهذه البذور تقلل من نسبة الإنبات. وتعرف الثمار بأنها لا بذرية (seedless) الذي يعزي إلى ما يلي:

(أ) عدم استطاعة الجنين تخزين الغذاء الكافي لنموه.

(ب) ضمور الجنين (embryo abortion) وفي تلك الحالة يموت الجنين أثناء نموه.

(جـ) الإثمار البكري (parthenocarpy)، وتشمل الحالات التي ينمو فيها المبيض ويعطي ثمرة خالية من البذور، حيث يتوقف نمو البذرة في مراحل مبكرة، ولكن تستمر الثمرة في النمو (بدلا من توقفه) حتى يتكامل تكوينها. ويجب ألا نخلط بين حالة الإثمار البكري والتوالد البكري (parthenogenesis) ويعرَّف الأخير بأنه تكوين أجنة بدون إخصاب، حيث تنشط خلية البيضة وتنقسم وتعطي جنينا أحاديا (haploid) كما في الباذنجانية والمركبة. وتعطي هذه البذور بعد إنباتها أفرادا صغيرة الحجم عقيمة (ليس لها تكاثر جنسي).

تعتبر حالات التوالد البكري وتكوين الأجنة الخضرية صورا خاصة من التكاثر يشملها موضوع الآبومكتية (apomixis). وهناك أربع حالات من تكوين الأجنة الآبومكتية. أهمها الأجنة النيوسيلية (nucellar embryos) أو الأجنة العرضية (adventitious embryos) فتتميز بذور بعض النباتات مثل المانجو والموالح بأنها عند إنباتها تعطي البذرة الواحدة عدة بادرات تكون إحداها نامية من الجنين الجنسي، بينما البادرات الأخرى يكون مصدرها النيوسيلة.

(٦,١,٦) جمع البذور Seed collection

تجمع البذور في معظم محاصيل الحقل ومحاصيل الخضر بعد اكتمال نموها

ونضجها. وفي بعض محاصيل الخضر كالكوسة تترك الثمار إلى أن يتم نضج البذور. وفي حالة ثمار الفاكهة تجمع الثمار لغرض استخراج البذور بعد اكتمال نمو ونضج الثمار.

(٦,١,٧) تخزين البذور Seed storage

تختلف البذور في طول مدة صلاحيتها للتخزين. وتؤثر على ذلك عوامل متعلقة بطبيعة البذور نفسها، وعوامل البيئة المناسبة لتخزين البذرة (Hartmann and Kester. 1961). وتقسم البذور إلى ثلاثة أقسام حسب طول مدة حياتها هي:

١ - بذور مدة حيويتها قصيرة Short lived or microbiotic

بذور هذا القسم عادة تفقد حيويتها بسرعة في خلال بضعة أيام أو بضعهة شهور. ومعظم بذور الفواكه المستديمة الخضرة تقع تحت هذا القسم مثل بذور المانجو والأفوكادو والبشملة والباباظ والموالح والجوافة والقشطة وبذور الحور والصفصاف وبعض بذور أنواع وأصناف الخضر.

٢ - بذور مدة حيويتها متوسطة Medium lived or mesobiotic

وبذور هذا القسم تظل حية لمدة ٢ - ٤ سنوات. مثل بذور التفاح والكمثرى والمشمش والخوخ والبرقوق واللوز، وكذلك بعض بذور الأشجار الخشبية، ومعظم بذور أنواع وأصناف الخضر، ومعظم بذور محاصيل الحقل.

٣ - بذور مدة حيويتها طويلة Long lived or macrobiotic

وهي البذور التي مدة حياتها طويلة تحت ظروف التخزين العادية حيث إن أغطيتها البذرية جامدة وصلبة وغير منفذة للماء والغازات. وتظل هذه البذور حية لمدة ١٥ - ١٠٠ سنة أو أكثر أحيانا، كما في بذور بعض أشجار البقوليات وبعض أشجار الغابات الأخرى.

(٦,١,٨) التقاوي المعتمدة Certified seed

وهي التقاوي التي تضمن إنتاج نباتات مطابقة للصنف المراد زراعته. وتكون نقية

وسليمة وخالية من الشوائب، وذات حيوية عالية (الخشن وحبيب، ١٩٧٨م) ولضمان ذلك يتم إنتاج التقاوي المعتمدة على خطوات هي :

(أ) تقاوي المربى Breeder seed

وهي التقاوي التي يقوم بإنتاجها المربى نفسه. وتكون نقاوتها ١٠٠٪، وعادة ما تكون كمية هذه التقاوي قليلة.

(ب) تقاوي الأساس Foundation seed

وهي التقاوي الناتجة من زراعة تقاوي المربى وتكون نقاوتها كاملة أيضا، ويقوم بإنتاجها متخصصون في التربية لضمان بقاء نقاوتها.

(جـ) التقاوي المسجلة Registered seed

وهي الناتجة عادة من زراعة تقاوي الأساس، وتكون كميتها كبيرة نسبيا ولا يمكن التحكم الكامل في درجة النقاوة.

(د) التقاوي المعتمدة Certified seed

وهي التقاوي الناتجة من زراعة التقاوي المسجلة وتمثل الخطوة لإنتاج التقاوي. وهي التقاوي التي توزع على المزارعين للإنتاج التجاري للمحصول. وعادة لا ينصح باستعمال البذور الناتجة من المحصول التجاري كتقاوي، حيث إنها لا تخضع للقواعد التي تضمن إنتاج تقاوي مطابقة للصنف المزروع.

(٩, ١, ٦) اختبارات البذور Seed testing

تمتاز البذور الجيدة بالخواص التالية :

(أ) أن تكون البذور صادقة للنوع أو الصنف.

(ب) لها القدرة على الإنبات بنسبة عالية.

(جـ) أن تكون خالية من الأمراض والآفات.

(د) أن تكون خالية من بذور المحاصيل الأخرى والحشائش.

(هـ) أن تكون خالية من المواد الغريبة والشوائب.

ويمكن تقدير نسبة الإنبات ونقاوة البذور باختبار البذور. ويجري ذلك على عينة ممثلة من البذور المراد اختبارها. وتوضع لوائح وقوانين تحدد صفات البذور الجيدة.

أولاً: اختبار نقاوة البذور Purity test

النقاوة هي النسبة المئوية للبذور النقية التي توجد في العينة على أساس الوزن. فبعد وزن العينة تقسم إلى:

١ - بذور الصنف تحت الاختبار (بذور نقية).
٢ - بذور الحشائش والأعشاب.
٣ - بذور المحاصيل الأخرى.
٤ - الشوائب وتشمل البذور المكسورة والبذور الفارغة والأحجار وغيرها من الشوائب الأخرى.

ثانيًا: اختبارات الحيوية Viability tests

ويعبر عن حيوية البذور بنسبة الإنبات، وهي عبارة عن عدد البادرات الناتجة من عدد معين من البذور بعد إنباتها. وعند اختبار الحيوية، تؤخذ عينة ممثلة للبذور بطريقة عشوائية، ويجري اختبار الحيوية بطرق مختلفة منها:

١ - اختبار الإنبات germination test. وفيه تنبت البذور تحت الظروف البيئية المثلى للإنبات من ضوء وحرارة ورطوبة. وتقدر نسبة الإنبات بعدد البادرات الناتجة التي يكون نموها طبيعيا (germination percentage). ويجري هذا الاختبار في صواني الإنبات، أو أطباق بتري وغيرها. وقد يستعمل الرمل المعقم كما في بذور الأشجار. ويحتاج اختبار البذور إلى مدة تتراوح بين عشرة أيام إلى أربعة أسابيع. وقد يصل إلى ثلاثة أشهر في البذور التي يكون إنباتها بطيئا.

ويمكن التمييز بين البذور غير الحية، والبذور الساكنة في العينة. فالبذور الساكنة تكون جامدة (firm) ممتلئة وخالية من العفن. وقد ينبت بعضها إنباتا غير طبيعي. أما البذور غير الحية فتكون عرضة للعفن.

ينتج عن سكون البذور الحديثة الحصاد كالحبوب والخضر والزهور والنباتات الخشبية صعوبة كبرى في إجراء الاختبار مباشرة. فقد يؤدي ذلك إلى طول مدة الاختبار. وكذا التعرض إلى عوامل بيئية غير عادية. وفي بعض الأحيان تكون نتيجة الاختبار غير حقيقية. ويمكن علاج هذا السكون بالطرق التي سيرد ذكرها فيما بعد.

٢ ـ **اختبار الأجنة المفصولة excised embryo test** . ويستعمل في اختبار بذور الأشجار والشجيرات التي لأجنتها فترة كمون طويلة لما بعد النضج. ولا يمكن إنبات هذه البذور قبل مضي تلك الفترة. وفي هذه الطريقة تفصل الأجنة لإنباتها بمفردها. والجنين الحي ينبت، أو تظهر عليه علامات الإنبات، بينما الجنين غير الحي يتغير لونه ويتحلل.

٣ ـ **اختبار الترازوليم tetrazolium test**. وهذه الطريقة طريقة كيماوية لاختبار حيوية البذور، حيث تنقع البذور في محلول (2, 3, 5 - triphenyl tetrazolium chloride 2, 3, 5 - TTC) وهذه المادة تمتص داخل الخلايا حيث تتحول بفعل الإنزيمات إلى مركب أحمر اللون غير قابل للذوبان يعرف باسم (formazan) ، حيث تتلون الأنسجة الحية باللون الأحمر بينما الأنسجة الميتة لا تتلون، ويستعمل لهذا الغرض محلول تركيزه ١٪.

(١٠ , ١ , ٦) كمون البذرة Seed dormancy

يعرف كمون البذرة بعدم قدرة البذرة الحية على الإنبات تحت الظروف الطبيعية للإنبات. وقد يرجع ذلك إلى عوامل بيئية، أو إلى عوامل داخلية بالبذرة نفسها. وإذا كان عدم إنبات البذرة يرجع إلى نقص عامل أو أكثر من عوامل البيئة المناسبة للإنبات، مثل الرطوبة والحرارة والأكسجين فيعرف بالكمون الظاهري (external dormancy).

وقد تكون عوامل البيئة مناسبة للإنبات وفي هذه الحالة يكون كمون البذرة راجعا إلى عوامل خاصة بالبذرة توجد في الجنين أو الاندوسبرم أو أغطية البذرة.

ويمكن تلخيص العوامل المختلفة التي تؤدي إلى كمون البذرة كما يلي:

١ ـ أغطية البذرة المانعة لامتصاص الماء

هناك عدد كبير من النباتات لبذورها أغطية جامدة غير منفذة للماء وتتبع هذه النباتات عائلات نباتية مختلفة منها: Leguminosae, Malvaceae, Cannaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Convalariaceae, Solanaceae. وغيرها. ومن فوائد هذه الأغطية الجامدة غير المنفذة أنها تطيل مدة تخزين البذرة.

٢ ـ الأغطية البذرية المانعة لتمدد ونمو الجنين

في معظم البذور، وبمجرد امتصاصها الماء يتمدد الجنين وينمو ويضغط على غطاء البذرة ويسبب تمزقه. وفي بعض البذور يقاوم غطاء البذرة ذلك، ففي بذور المشمش والخوخ واللوز والبرقوق وغيرها، تكون أغطيتها صلبة وجامدة، وتقاوم تمدد ونمو الجنين.

٣ ـ الأغطية البذرية غير المنفذة للغازات

في بعض البذور، يعزي السكون إلى كون غطاء البذرة غير منفذ للغازات، كالأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون. ومما يدل على ذلك أنه إذا فصل الجنين يحدث الإنبات مباشرة.

٤ ـ الأجنة الكامنة Dormant embryos

وهي التي لا تنمو بالرغم من توفر العوامل المناسبة للإنبات، وتحتاج إلى كمر بارد لمدة معينة قبل أن يحدث الإنبات. وفي أثناء هذه المدة، تحدث تغيرات فسيولوجية في البذرة تؤدي إلى الإنبات، وهذه التغيرات تسمى بتغيرات بعد النضج.

٥ ـ الأجنة غير مكتملة النمو Icomplete embryos

وهي أجنة توقف تكوينها خلال نضج الثمار، كما في بعض نباتات العائلة الخيمية، مثل الجزر.

٦ ـ كوابح النمو Growth inhibitors

هناك مواد مانعة للإنبات مثل: (cocain, parascorbic acid, coumarin, caffeine) وغيرها يمكن استخلاصها من أجزاء النبات المختلفة كالبذور والثمار وعصارة الأوراق

والأبصال والجذور. وهذه المواد تتكون طبيعيا في النبات، وتوجد هذه المواد بتركيزات تمنع إنبات البذرة، ولا يتم إنبات البذور إلا بعد أن يقل تركيز هذه المواد عن حد معين. ويحدث ذلك عقب إجراء الكمر البارد للبذرة كما في الخوخ وغيرها.

قد يوجد أحيانا أكثر من نوع واحد من مسببات كمون البذرة، وهذا يجعل الإنبات أكثر صعوبة كما في بذور الخوخ حيث يرجع كمون البذرة فيها إلى الأغطية الصلبة، ومواد كابحة للنمو.

(١١ , ١ , ٦) معاملات تشجيع الإنبات Treatments of improve germination

١ ـ الخدش الميكانيكي Mechanical scarification

الغرض من ذلك هو تقليل صلابة أو زيادة نفاذية أغلفة البذرة الصلبة أو غير المنفذة. وفيه تكسر الأغلفة البذرية أو تشرخ أو تخدش بإحدى الطرق الميكانيكية. وبذلك تصبح الأغلفة البذرية منفذة للماء والغازات. وتجري هذه الطريقة باستعمال ورق صنفرة أو آلات حادة أو مطرقة أو كماشة. وفي حالة استعمال كميات كبيرة من البذور يجري ذلك باستعمال طرق الخدش الآلية.

٢ ـ نقع البذور في الماء Seed soaking

وذلك للمساعدة على تقليل صلابة، أو زيادة نفاذية، أغلفة البذور الصلبة. وأحيانا إزالة موانع النمو، أو تقليل تركيزها. ويجري نقع البذور في الماء العادي أو الماء الدافيء لمدة ١ ـ ٢ يوم وقد تزيد عن ذلك، ويفيد النقع في تقليل فترة الإنبات وتشجيع نمو الأجنة.

٣ ـ المعاملة بالحمض Acid scarification

الغرض من المعاملة بالحمض هو تقليل صلابة أو زيادة نفاذية الأغلفة الصلبة. واستعمال حمض الكبريتيك المركز يعتبر طريقة فعالة في تطرية غطاء البذرة الجامد. وتتوقف طول فترة المعاملة بالحمض على درجة الحرارة ونوع البذرة. وتختلف من ١٠ دقائق إلى ٦ ساعات حسب النوع. وبعد المعاملة تغسل البذور بالماء عدة مرات لمدة ١٠ دقائق على الأقل، ثم تزرع البذور وهي رطبة، أو تجفف وتحفظ لزراعتها فيما بعد.

٤ ـ الكمر البارد Stratification

يساعد الكمر البارد على تطرية وزيادة نفاذية أغطية البذرة الصلبة، وكذا يساعد على اكتمال نضج الجنين في البذور التي لها فترة ما بعد النضج (after - ripening) . وتجري هذه العملية بتعريض البذور لدرجة حرارة منخفضة ولمدة معينة من الزمن قبل إنباتها، وهذا يساعد على انتظام إنبات البذور وسرعته. وتختلف طول فترة ما بعد النضج باختلاف أنواع النباتات، كما يتضح من الجدول (١, ٦).

تحدث عدة تغيرات فسيولوجية في الجنين، أثناء عملية الكمر البارد. وهذه التغيرات تعرف بتغيرات ما بعد النضج. وتحتاج هذه العملية إلى حرارة (صفر ـ ١٠°م) مع توفر رطوبة وتهوية جيدة لفترة معينة من الزمن (جدول ١, ٦). ومن الأفضل استعمال بيئة مكونة من (١ : ١) رمل وبيت موس. وتوضع البذور في طبقات بالتبادل مع طبقات من البيئة المستعملة وذلك في صناديق، أو صفائح، أو مواجير، أو أواني زجاجية، وغيرها ويمكن استعمال أكياس من البوليثيلين، وتحفظ في ثلاجات على الدرجة المناسبة. ويجب أن تكون بيئة الكمر رطبة باستمرار.

٥ ـ مساعدات الإنبات Germination stimulants

وهي مواد كيماوية، تعامل بها البذور، وتساعد في الإسراع من إنباتها، إما بواسطة كسر طور الكمون في البذرة، أو يكون لها تأثير مضاد لفعل المواد المانعة للنمو، وأهم هذه المواد:

نترات البوتاسيوم	HNO_3 .
ثيويوريا	Thiourea .
سايتوكينينات	Cytokinin .
جبر يلين	Gibberellin .

٦ ـ الضوء Light

هناك بعض البذور، مثل بذور البنجر والتبغ والخس، لابد من تعريضها للضوء لكي يتم إنباتها. ويعتبر الإشعاع الفعال في هذا الضوء هو الأحمر (red) والأحمر البعيد (far - red) .

٧ ـ الضغط Pressure

توجد بعض البذور محاطة بأغلفة صلبة غير منفذة للماء والغازات. ولزيادة نفاذية هذه الأغلفة الصلبة، يمكن تعريض البذور لضغط هيدروليكي عالي (٢٠٠٠ ضغط جوي).

الجمع بين طريقتين أو أكثر من الطرق السابقة:

والغرض من ذلك هو التغلب على كمون البذرة الذي يرجع إلى أكثر من عامل واحد مثل الكمون الناتج من أغطية البذرة الصلبة والأجنة الساكنة والذي يعرف بالكمون المزدوج (double dormancy) ويمكن في بعض الحالات أن تعامل البذور أولا بإحدى الطرق الميكانيكية بالحمض أو بالماء الساخن ثم يعقب ذلك الكمر البارد. أو يجري الكمر الدافيء لبضعة أسابيع على ٢٠ ـ ٣٠°م تعقبها معاملة الكمر البارد.

الإنبات Germination (٦,١,١٢)

أول مظاهر الإنبات زيادة سرعة امتصاص الماء، وسرعة التنفس، واستعادة أنسجة الجنين قدرتها على الانقسام الخلوي. وتنبت البذرة وتظهر البادرات فوق سطح التربة وقد يكون الإنبات أرضيا (hypogeal germination) كما في بذور الخوخ، حيث تبقى الفلقات تحت سطح الأرض وتستطيل السويقة العليا حامل الريشة فوق سطح الأرض. وقد يكون الإنبات هوائيا (epigeal germination) كما في بذور الكريز، وفيه تستطيل السويقة الجنينية السفلى وتظهر حاملة الفلقات فوق سطح الأرض (شكل ٦ ـ ٢).

أولاً: العوامل التي تؤثر على الإنبات Factors affecting germination

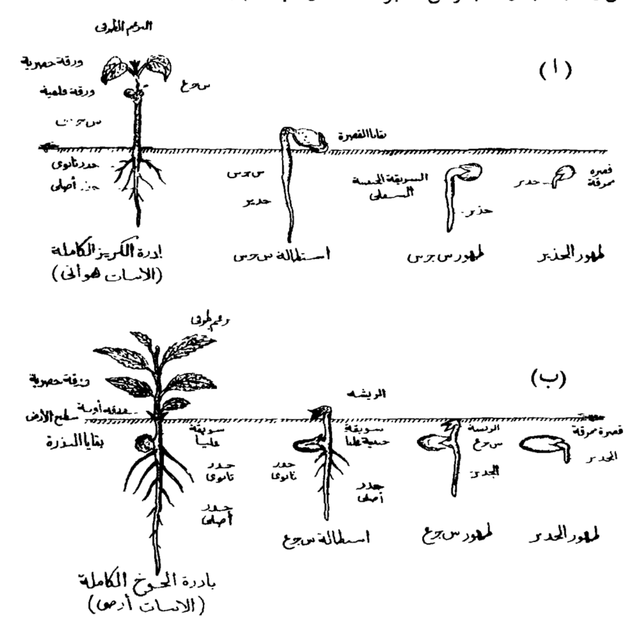
١ ـ الماء. يعتبر الماء عاملا من العوامل الرئيسية للإنبات، إذ بدونه لا يحدث الإنبات مطلقا. وتقوم البذرة بامتصاص الماء بواسطة التشرب وهو الخطوة الأولى في الإنبات. ويؤثر على امتصاص البذور للماء طبيعة البذور وأغطيتها وكذلك كمية الماء

(جدول ١,٦). طول فترة ما بعد النضج في بعض أنواع النباتات.

النـــوع	الاســم العلـمي	مدة بعد النضج (يوم)
البرقوق الأمريكي	*Prunus americana*	١٥٠
البرقوق الميروبلان	*Prunus cerasifera*	٨٠ ـ ١٢٠
الكريز المـر	*Prunus cerasus*	١٠٠ ـ ١٢٠
الكريز مهالب	*Prunus mahaleb*	١٠٠
الكريز الحلو	*Prunus avium*	١٠٠ ـ ١٢٠
الخــوخ	*Prunus persica*	١٠٠
الخـوخ الصيني	*Prunus davidiana*	١٠٠
الجوز الأسود	*Juglans nigra*	٦٠ ـ ١٢٠
الجوز العجمي	*Juglans regia*	٣٠ ـ ٦٠
جوز شمال كاليفورنيا الأسود	*Juglans hindsii*	٦٠ ـ ١٢٠
التفــاح	*Malus domestica*	٧٥ ـ ١٠٠
الكمثرى الفرنسية	*Pyrus communis*	٦٠ ـ ٩٠
أنواع الكمثرى الشرقية	*Pyrus* spp.	٦٠ ـ ٩٠
اللـــوز	*Prunus amygdalus*	٥٠
المشمش	*Prunus armeniaca*	٦٠
البيكان	*Carya pecan*	٣٠ ـ ٩٠
العرعر	*Juniperus procera*	٦٠ ـ ١٢٠
الجلادتشيا	*Gleditsia triacanthos*	١٢٠

المصدر: USDA (1961) *Seeds. The Yearbook of Agriculture.* Washington, D.C., U.S.A.

الميسر في بيئة الإنبات. والبذرة لها قدرة كبيرة على امتصاص الماء لطبيعتها الغروية. وتؤثر الحرارة على سرعة امتصاص الماء، فالحرارة المرتفعة نسبيا تؤدي إلى سرعة الامتصاص. ويمكن للبذور أن تمتص الماء الميسر من التربة بين السعة الحقلية ونسبة الذبول الدائم. ويجب مراعاة أن استمرار الرطوبة الزائدة والمصحوبة بصرف رديء تكون ضارة من عدة وجوه نذكر منها رداءة التهوية وزيادة نشاط فطريات العفن كما يزيد من إصابة البادرات بمرض الذبول (damping - off).



شكل (٦,٢). إنبات البذور:

(ا) الإنبات الهوائي في بذور الكريز.

(ب) الإنبات الأرضي في بذور الخوخ.

٢ - **الحرارة**. تعتبر درجات الحرارة المناسبة من العوامل الهامة للإنبات، وتقع في نطاقات مختلفة. فبعض الأنواع تنبت بذورها على مدى متسع من الحرارة، بينما في الأنواع الأخرى تنبت بذورها على مدى ضيق نسبيا. كذلك تؤثر الحرارة في نمو البادرات بعد الإنبات. ويمكن تقسيم النباتات من حيث احتياجاتها الحرارية إلى المجاميع التالية:

(أ) نباتات بذورها تنبت على درجة منخفضة نسبيا.
(ب) نباتات بذورها تنبت على درجة حرارة مرتفعة نسبيا.
(جـ) نباتات بذورها تنبت على درجات مختلفة بين المنخفضة والعالية.

ويلاحظ أن بذور بعض النباتات الصنوبرية مثل (alpine plants) تنبت جيدا على درجات منخفضة (أقل من ١٠°م)، بينما بذور معظم نباتات المناطق الحارة تحتاج إلى حرارة مرتفعة نسبيا لإنباتها، ويلعب عامل الحرارة دوره إلى حد كبير في اختيار الوقت المناسب من العام لزراعة البذور في الحقل، كما هو الحال في المحاصيل الشتوية والمحاصيل الصيفية.

٣ - **الأكسجين**. يحتاج الجنين إلى طاقة كبيرة أثناء الإنبات وذلك لبناء الأنسجة الجديدة. ولكي تتمكن أعضاؤه من اختراق القصرة والتربة. ويحصل الجنين على هذه الطاقة من عملية التنفس، وهذه بدورها تحتاج إلى أكسجين، ويجب أن يكون كافيا. ففي أثناء الإنبات يزيد معدل التنفس وبالتالي يستعمل أكسجين أكثر كما يتضح من المعادلة:

$$\text{Sugar} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{Energy}$$

تتوقف كمية الأكسجين اللازم على نوع الغذاء المخزن في البذرة والبذور الزيتية تحتاج إلى أكسجين أكثر لإنباتها من البذور النشوية. ونقص الأكسجين يقلل الإنبات وقد يوقفه تماما.

٤ - **الضوء Light**. يلعب الضوء دورا هاما في التكاثر بالبذرة، لأنه يؤثر على ابتداء الإنبات، وكذلك يؤثر على نمو البادرات. وعموما هناك بذور يمكن أن تنبت

بسهولة في وجود الضوء، وهذه النباتات تكون حساسة للضوء (light sensitive) مثل الكرفس (Celery)، والخس والدخان، وبذور معظم الحشائش. وبذور أخرى لا تنبت في وجود الضوء، وتسمى غير محبة للضوء (light hard) مثل بذور البصل *(Allium)* وعرف الديك *(Amaranthus)*. ومجموعة ثالثة لا تتأثر بالضوء. ويوجد مجموعة رابعة من النباتات ولو أنها قليلة، تحتاج إلى ضوء مطلق، إذ بدونه تفقد البذور حيويتها في خلال أسابيع قليلة، كما في نبات *(Ficus aurea)* ونبات (Strangling fig). وترتبط الاستجابة للضوء أوليا بالبذور الحديثة الحصاد. ويقل التأثير باستمرار التخزين الجاف. وقد تسبب إزالة الأغلفة البذرية أو خدشها تقليل حساسية البذرة للضوء. ويمكن في بعض الأحيان إسراع الاستجابة للضوء بمعاملة البذور بمحلول نترات البوتاسيوم، أو بالحرارة المتبادلة.

(٦, ٢) التكاثر الخضري Vegatable Propagation

هو عبارة عن إنتاج نباتات جديدة باستعمال أي جزء من أجزاء النبات الخضرية (ما عدا جنين البذرة الجنسي). وقد يحتوي هذا الجزء على برعم واحد كما في حالة التطعيم بالعين، أو أكثر، كما في حالة التكاثر بالعقل أو التركيب أو الترقيد، ويتوقف نجاح التكاثر الخضري على قابلية أي جزء من أجزاء النبات على استعادة نموه بإنتاج باقي الأعضاء للنبات الكامل. ويستعمل التكاثر الخضري لأغراض عديدة أهمها:

(٦, ٢, ١) أغراض التكاثر الخضري Objectives of vegetative propagation

١ - إنتاج نباتات متشابهة فيما بينها ومشابهة للنبات الأم في صفات النمو والإزهار والإثمار.

٢ - إكثار نباتات يصعب تكاثرها بالبذرة، إما لصعوبة الحصول عليها، أو عدم تكوينها، أو تكاملها داخل الثمار، مثل الموز والبرتقال أبوسرة والعنب البناتي وأشجار الاثل.

٣ - سهولة التكاثر وسرعته، حيث إن دور السكون في البذرة، وصعوبة كسره في بعض الأحيان، يجعلان التكاثر الجنسي صعبا وبطيئا.

٤ - إنتاج نباتات خالية من الأمراض الفيروسية بواسطة زراعة الأنسجة.

٥ - تخطي مدة طور النمو الشاب (juvenile phase) حيث إن هذه المدة تكون أقصر في النباتات التي يتم إنتاجها خضريا، بالمقارنة بمثيلاتها التي يتم إنتاجها بالبذرة.

٦ - التغلب على بعض صعوبات البيئة الزراعية، مثل تطعيم الأصناف المرغوبة على أصول منيعة، أو مقاومة للأمراض. أو تتلاءم مع ظروف البيئة، مثل زراعة الخوخ في أرض ثقيلة على أصل البرقوق الميروبلان أو المشمش.

٧ - بواسطة التكاثر الخضري أمكن للإنسان أن يحتفظ بمجموعات من النباتات، نشأت أصلا من نبات بذري واحد، وكل النباتات الناتجة منها لا جنسية ويطلق عليها اسم سلالة خضرية (clone).

(٦,٢,٢) طرق التكاثر الخضري Methods of vegetative propagation

تستعمل طرق كثيرة في التكاثر الخضري، ويعتمد اختيار أي منها، على طبيعة النبات، والغرض من التكاثر. ويمكن تقسيم التكاثر الخضري إلى خمسة مجاميع (Janick *et al.*, 1974) هي:

أولاً: تحفيز تكوين جذور عرضية أو سوق عرضية
Induction of adventitious roots or shoots

يتم تكوين نبات جديد من الأجزاء الخضرية، عن طريق تحفيز تكوين جذور أو سوق عرضية صناعيا بإحدى الطريقتين التاليتين:

الطريقة الأولى: العقل Cuttings

العقلة عبارة عن جزء من نبات يستعمل في الحصول على نباتات كاملة جديدة عند زراعته، وتقسم العقل حسب مصدرها إلى:

(أ) عقل ساقية stem cuttings. عبارة عن جزء من فرع، يحتوي على برعم أو

أكثر، وقد تكون طرفية أو غير طرفية، حسب موقعها على الفرع، وقد تكون خشبية أو غضة حسب نوع الخشب.

(ب) عقل جذرية root cuttings . عبارة عن جزء من جذر لا يقل سمكه عن $\frac{1}{2}$ سم.

(جـ) عقل ورقية leaf cuttings . قد تكون ورقة كاملة، أو جزء منها، يحتوي على برعم، أو لا يحتوي على برعم.

وأكثرها استعمالا هي العقل الساقية، وتؤخذ من فرع عمره سنة أو أكثر، بطول يتراوح ما بين ٢٠ ـ ٣٠ سم، وذات سمك مناسب. وتقطع العقل بحيث يكون القطع السفلي أفقيا، وتحت برعم مباشرة أو أسفله بقليل. أما القطع العلوي فيكون مائلا، ويعلو البرعم العلوي بحوالي ٢ ـ ٣ سم.

١ ـ المظاهر التشريحية لتكوين الجذور والأفرخ العرضية في العقل
Anatomical basis of shoot and root formation

تتكون الجذور العرضية في مرحلتين هما:

(ا) النشوء. ويتصف بانقسام الخلايا، وتكشف خلايا معينة منها، إلى منبتات جذور (root germs).

(ب) النمو. حيث تنمو منبتات الجذور بواسطة انقسام الخلايا واستطالتها.

وعلى الرغم من أن المرحلتين تتمان بالتتابع، بسرعة كبيرة في بعض النباتات كالصفصاف، إلا أن هناك فاصلا زمنيا بين المرحلتين.

وعلى الرغم من أن المرحلتين تتمان بالتتابع، بسرعة كبيرة في بعض النباتات كالصفصاف، إلا أن هناك فاصلا زمنيا بين المرحلتين.

وتنشأ منبتات الجذور مجاورة للأنسجة الوعائية. وفي النباتات العشبية والتي ينقصها الكمبيوم تتكون منبتات الجذور قريبة من الحزم الوعائية بجانب اللحاء، وهكذا تظهر الجذور في صفوف بطول الساق (مقابلة الحزم الوعائية الرئيسية).

وفي النباتات الخشبية يحدث تكشف الجذور في نسيج اللحاء الثانوي عادة عند مدخل الأشعة الوعائية، أومن خلايا الأشعة المجاورة للحاء الثانوي أو المجاورة للخشب الثانوي أو من النخاع.

وفي العقل الورقية، تنشأ الجذور والأفرخ العرضية من الأنسجة المرستيمية الثانوية، التي تتكون من أنسجة عديدة من أجزاء الورقة.

وقد تنشأ الجذور والأفرخ العرضية من أنسجة مختلفة، ففي البنفسج الأفريقي على سبيل المثال تتكشف الجذور في العقل الورقية من الخلايا التي توجد بين الحزم الوعائية، بينما تتكشف الأفرخ من خلايا البشرة أو القشرة.

٢ ـ العوامل التي تؤثر على تكوين الجذور على العقل

Factors affecting root formation

يعتبر تكوين الجذور على العقل، عاملا هاما في نجاح التكاثر بالعقل باختلاف أنواعها. وإذا فشلت العقل في تكوين الجذور عليها، يفشل تكوين النبات.

برهنت الدراسات التي أجريت على نباتات تتكون فيها الجذور بسهولة، وأخرى صعبة، على وجود تفاعلات بين عوامل داخلية في أنسجة النبات، ومواد أخرى يتم تصنيعها في الأوراق والبراعم، ولها خاصية التنقل داخل أنسجة النبات، وتشمل هذه المواد الأكسينات ومواد أخرى غير معروفة أطلق عليها (Rhizocalines). ويمكن تقسيم النباتات حسب قدرتها على تكوين الجذور إلى:

(١) نباتات يسهل تكوين جذور على عقلها، مثل التين والرمان والسفرجل والياسمين والصفصاف والأثل وقصب السكر.

(ب) نباتات تتكون الجذور على عقلها بصعوبة، ولابد من معاملة عقلها ببعض المنشطات الجذرية، مثل إندول حمض البيوتيرك indol butyric acid (IBA) ويمثل هذا النوع من النباتات بعض أنواع الفيكس وبعض أصناف العنب.

(جـ) نباتات لا تتكون الجذور على عقلها، وبذلك لا ينجح تكاثرها بالعقل، مثل البرتقال والمانجو. وعمومًا يمكن حصر العوامل التي تؤثر على تكوين الجذور على العقل (نصر، ١٩٧٧م) فيما يلي:

(١) **العوامل البيئية environmental factors** . تلعب العوامل البيئية (الضوء والحرارة والرطوبة والأكسجين) دورا كبيرا في المساعدة على تكوين الجذور على العقل.

- **الضوء light** . تحتاج بعض النباتات إلى تعريض عقلها إلى الضوء، لكي يتم تكوين الجذور عليها. كما لوحظ في بعض النباتات أن نمو الأفرع أو الأجزاء منها بعيدا عن الضوء، يساعد العقل المأخوذة منها على تكوين الجذور.

- **الحرارة heat** . وتشمل درجة حرارة التربة والجو المحيط بالعقلة. وقد وجد أن درجة الحرارة المنخفضة تبطىء من تكوين الجذور على العقل. وتعتبر درجة حرارة ٢٠ ـ ٤٠°م، أنسب الدرجات لتكوين الجذور على عقل معظم النباتات بصفة عامة.

- **الرطوبة moisture** . يجب أن تكون مناسبة لتكوين الجذور، وزيادتها تؤدي إلى تعفن قواعد العقل والإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية، وانخفاضها يؤدي إلى جفاف العقل وموتها.

- **الأكسجين oxygen** . مهم لتنفس الأنسجة الحية في قواعد العقل، ويؤثر على تكوين الجذور. وتختلف عقل النباتات في حاجتها إلى الأكسجين باختلاف النبات. ولهذا لابد من توفير التهوية اللازمة حول قواعد العقل، ويؤثر على ذلك طريقة الري ونوع البيئة الزراعية.

(٢) **العوامل الفسيولوجية physiological factors** . تختلف النباتات اختلافا كبيرا في مقدرة عقلها على تكوين الجذور. وهناك عوامل كثيرة أخرى تؤثر على حالة النبات الفسيولوجية تؤدي إلى تشجيع تكوين الجذور على العقل، وأهم هذه العوامل هي:

- **حالـة النبـات الغـذائيـة** . تؤثـر الحالة الغذائية للنبات الأم على تكوين الجذور على العقل . فالعقل الساقية المأخوذة من نباتات بها مواد كربوهيدراتية عاليـــة أنتجت جذورا كثـيرة كما في العنب . ويجب توفـر العنـاصـر الغـذائيـة الأخـرى كالمغنسيـوم والكـالسيـوم والبـوتاسيوم والفوسفور والزنك لأن نقصها يقلل نجاح زراعة العقل بينما انخفاض الآزوت نسبيا في الأفرع يسبب زيادة نجاح العقل كما في العتر .

- **عمر النبات الأم** . وجد أن العقل الساقية الناضجة ، المأخوذة من شتلات بذرية صغيرة السن ، يسهل تكوين الجذور عليها ، بمقارنتها بالعقل المأخوذة من نبـاتـات متقـدمـة في النضـج ، أو المسنـة ، وذلك في النباتات التي يصعب تكوين الجذور على عقلها .

- **نوع الخشب** . العقـــل قد تكـون من خشب غض ، أو نصف غض ، أو ناضج . وتختلف النباتات من حيث نوع الخشب الذي يناسب نجاح تكاثرها بالعقل .

- **ميعاد أخذ العقل** . يختلف باختلاف النبات . وعموما يتم تحضير العقل في فترة السكون بالنسبة للأشجار متساقطة الأوراق ، بينما للأشجار مستديمة الخضرة فيمكن أن تؤخذ العقل أثناء موسم النمو .

- **الجـروح wounds** . وجـد أن عمـل جروح في الجزء القاعدي من العقل السـاقيـة ، وفي القمـة في حالـة العقـل الجـذريـة ، يكـوِّن الكـالس وتتراكم الأكسينات والكربوهيدرات ، مما يساعد على تكوين الجذور بغزارة .

- **التحليق ringing** . في بعض النبـاتـات التي يصعب تكـوين جذور على عقلهـا ، وجـد أن نزع حلقـة كاملة من القلف ، تضم أنسجة اللحاء الثانوي حتى الكمبيـوم ، حول قاعـدة الفرع الذي ستؤخذ منه العقل ، يساعد على تنشيط تكوين الجذور على العقل عند أخذها .

- **التشحب etiolation** . نمو النبات أو جزء منه ، في غياب الضوء ، يؤدي إلى تكـــوين أوراق صغـيرة ورفيعـة خاليـة من الكلوروفيـل ، وأفـرع طويلة

السلاميات، وجد أن العقل المأخوذة من هذه الأجزاء تتكون الجذور عليها بسهولة وذلك لوفرة الأكسينات بها.

٣ ـ مزايا التكاثر بالعقل

يستخدم التكاثر بالعقل، في بعض نباتات الزينة، وبعض أنواع وأصناف الفاكهة، والأشجار الخشبية. وله مزاياه الكثيرة، خصوصا في النباتات التي تتكون الجذور بسهولة على العقل المأخوذة منها. ومن هذه المزايا ما يلي:

(ا) سهل ورخيص وسريع.
(ب) إنتاج عدد كبير من النباتات في مساحة محدودة.
(جـ) يساعد على التغلب على عدم التوافق، الذي قد يحدث بين الأصل والطعم في بعض حالات التطعيم.
(د) له أهمية خاصة في إنتاج أصول متجانسة للتطعيم مما يؤدي إلى نمو طعوم متجانسة في قوة نموها.

٤ ـ عيوب التكاثر بالعقل

(ا) لا يمكن استعمال التكاثر بالعقل في الحالات التي لا تناسبها أرض معينة، فمثلاً لا تنجح زراعة البرقوق الماريانا في الأراضي الثقيلة.
(ب) لا يمكن استعمال التكاثر بالعقل تحت ظروف مرضية معينة، ففي العنب، لا تنجح زراعته بالعقل في حالة انتشار حشرة الفيللوكسرا.

الطريقة الثانية: الترقيد Layering

وهو عملية تكاثر خضري، تجري للنباتات التي تكوِّن جذورا على السوق، وهي لم تزل متصلة بالنبات الأم. وعموما أي نبات خشبي يسهل ثنيه إلى الأرض يمكن إكثاره بهذه الطريقة. ويمكن الإسراع بتكوين الجذور بعمل جروح تحت البرعم، أو عمل حلقة قبل البرعم، للتأثير على تجميع المواد المشجعة على تكوين الجذور. ومن النباتات التي ينجح تكاثرها بالترقيد، الجهنمية والياسمين والعنب والزيتون والرمان والتين.

١ ـ طرق الترقيد Methods of layering

هناك عدة طرق للترقيد (شكل ٦,٣) من أهمها:

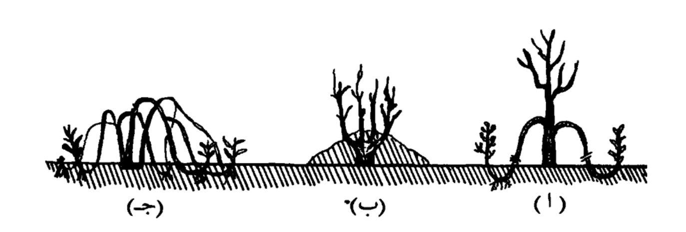
(أ) **الترقيد البسيط simple layering** . فيه يثنى فرع قريب من سطح الأرض، ويغطى بطبقة من التربة، على أن يترك الفرع المرقد ظاهرا فوق سطح الأرض. ويفضل عمل جروح أسفل الثنية، للمساعدة على تكوين الجذور.

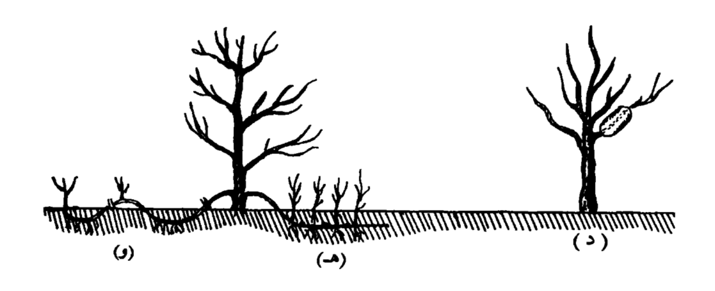
(ب) **الترقيد الطرفي tip layering** . وفيه تدفن قمة الفرع المراد ترقيده في التربة، وبذلك تتكون جذور على هذا الطرف المرقد في التربة، وتتكون كذلك أفرع خضرية منه. وبعد نجاح العملية يفصل النبات الناتج ويزرع كنبات منفصل.

(جـ) **الترقيد الخندقي أو الطولي trench layering** . وفيه يثنى فرع قريب من سطح التربة، ويُرَقَّد مستقيما بجوار النبات، المراد إكثاره، في خندق بعمق ٥ ـ ٨ سم، ويثبت الفرع المرقد في عدة أماكن منه بقطعة خشب أو سلك على هيئة حرف U مقلوب ويغطى بطبقة من التربة. وبعد نمو البراعم واستطالة الأفرخ، تغطى قواعدها بطبقة أخرى من التربة، يزداد سمكها تدريجيا، حتى يصبح سطح الخندق موازيا لسطح التربة. وهذا يساعد على تكوين الجذور عند قواعد الأفرخ النامية. وتفصل التراقيد عادة في أواخر الشتاء التالي وتزرع كنباتات مستقلة.

(د) **الترقيد الهوائي air layering** . وفيه تستعمل الأفرع الهوائية، التي يصعب ثنيها، حيث يحاط جزء من هذه الأفرع بالتربة، أو أي بيئات زراعية مناسبة، على أن تكون رطبة بدرجة مناسبة طول مدة العملية. وبعد تركها فترة كافية لخروج الجذور، تقص هذه الأفرع وتزرع كنباتات مستقلة. ويستعمل في الجوافة والكمثرى في بعض الأحيان، وكذلك الـ (*Ficus decora*).

(هـ) **الترقيد التاجي mound layering** . وفيه يتم قطع النبات المراد إكثاره قرب سطح الأرض، قبل بداية فصل النمو، مما يساعد على تكوين أفرع جديدة حول السطح المقطوع. وبتغطية قواعد هذه الأفرع ببيئة رطبة، تتكون الجذور بغزارة على قواعدها. ويتم فصل هذه الأفرع وزراعة كل منها كنبات مستقل.





شكل (٣ , ٦). طرق الترقيد:

(ا) البسيط (ب) التاجي
(جـ) الطرفي (د) الهوائي
(هـ) الخندقي (و) المركب أو الثعباني.

٢ ـ مزايا الترقيد

(ا) ضمان نجاح تكوين الجذور نظرًا لأن الفرخ المرقد يظل متصلاً بالنبات الأم إلى أن يتم تكوين الجذور.

(ب) يسهل إجراؤه.

(جـ) يحتاج إلى وقت قصير إذا ما قورن بالتكاثر بالعقل.

(د) إكثار نباتات يصعب إكثارها بالطرق الأخرى.

٣ ـ عيوب الترقيد

(ا) غير اقتصادي.

(ب) يعوق إجراء العمليات الزراعية من تسميد وعزيق وخلافه.

ثانيًا: التطعيم Grafting

عبارة عن أخذ جزء من النبات المراد إكثاره، وتثبيته على نبات آخر، أوجزء من نبات آخر، بحيث ينمو الأول على الثاني بعد التحامهما. ويسمى الأول الطعم (scion)، والثاني الأصل (stock). وبذلك يكون النبات الجديد ناميا على جذور غير جذوره. والطعم جزء من نبات (عادة من ساق) يثبت في أصل للتكاثر. وقد يحتوي على برعم واحد كما في التطعيم بالعين أو أكثر من برعم كما في التركيب. وعادة يكون الأصل نباتا مزروعا في المشتل أو في القصاري، وهو الغالب. وأحيانا يكون عقلة ساقية أو جذرية كما في التركيب المنضدي.

١ ـ أنواع التطعيم Methods of grafting

توجد أنواع كثيرة من التطعيم (باشه، ١٩٧٧م) يمكن حصرها في التالي:

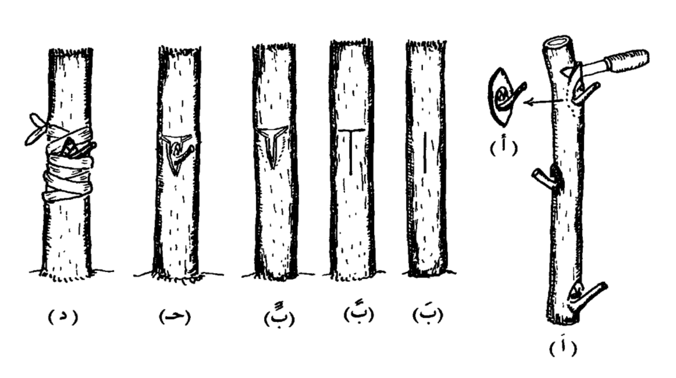
(ا) التطعيم بالعين budding. يحتوي الطعم على عين واحدة توضع في ساق الأصل، تحت القلف المعد لذلك. وهناك طرق عديدة لإجراء هذا النوع من التطعيم أهمها:

(ا) البرعمة الدرعية shield budding . يفصل البرعم بجزء من القلف، على شكل درع، مع قليل من الخشب أوبدونه، ويركب على الأصل، بعمل شقين متعامدين على شكل حرف T في وسط سلامية، ويثبت البرعم في هذا المكان، ويربط بالرافيا، على أن تترك المنطقة التي بها البرعم بدون ربط. وتستعمل هذه الطريقة عادة في تكاثر معظم أصناف الفاكهة وبعض نباتات الزينة كالورد شكل (٦,٤).

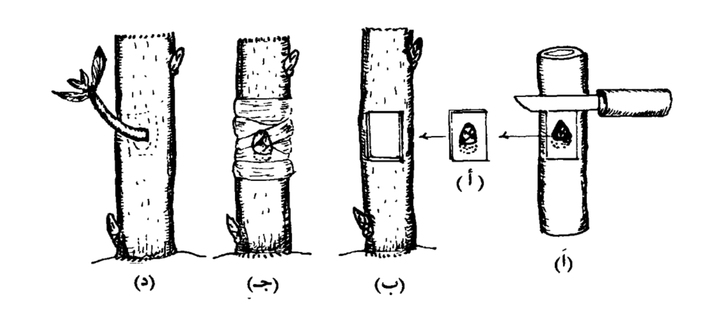
(ب) البرعمة بالرقعة patch budding . في هذه الطريقة تزال رقعة مستطيلة أو مربعة من قلف الأصل، ويوضع بدلا منها رقعة من الطعم محتوية على برعم، ومشابهة لها تماما، وتربط جيدا بواسطة الرافيا. وتستعمل هذه الطريقة في برعمة الأشجار التي لها قلف سميك مثل الجوز والبيكان شكل (٦,٥).

(جـ) البرعمة الحلقية ring budding . مماثلة للبرعمة بالرقعة، إلا أن الطعم يتكون من حلقة كاملة من القلف محتوية على برعم في وسطها. ويجري عمل حلقة مماثلة على الأصل، وتزال ويوضع مكانها حلقة الطعم، وتربط جيدا. وهذه الطريقة كثيرة الاستعمال في برعمة الجوز والبيكان شكل (٦,٦).

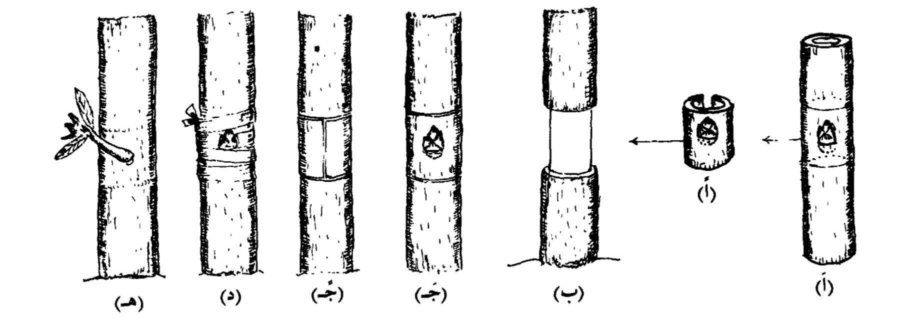
(د) برعمة ييما (بالكشط) yema budding . يزال البرعم بعمل كشط في الطعم، ثم يفصل البرعم ومعه جزء من الخشب ويعمل كشط مماثل في الأصل ويزال ويوضع مكانه الكشط المفصول من الطعم ويربط جيدا بالرافيا. وتستعمل هذه الطريقة في برعمة أنواع النباتات التي يصعب فيها فصل القلف عن الخشب مثل العنب شكل (٦,٧).



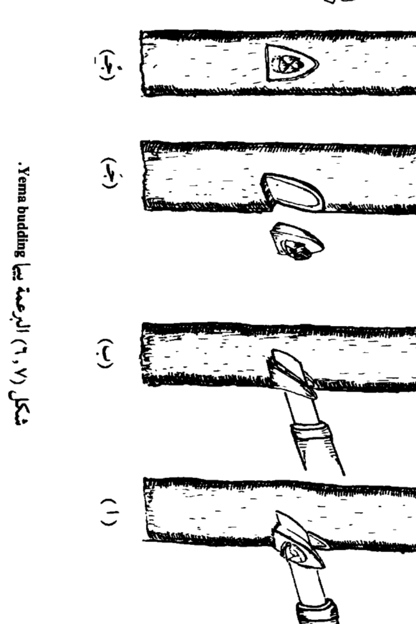
شكل (٦,٤). البرعمة الدرعية Shield budding.



شكل (٦,٥). البرعمة بالرقعة Patch budding.



شكل (٦ , ٦) البرعمة الحلقية Ring budding.



شكل (٦,٧) البرعمة بيما Yema budding.

(ب) التركيب grafting. وفيه يتم تركيب جزء قصير من فرع يحتوي على برعمين أو أكثر يسمى بالقلم، على الأصل، في مكان مناسب. وقد يكون الأصل إما ساقًا أو جذرًا.

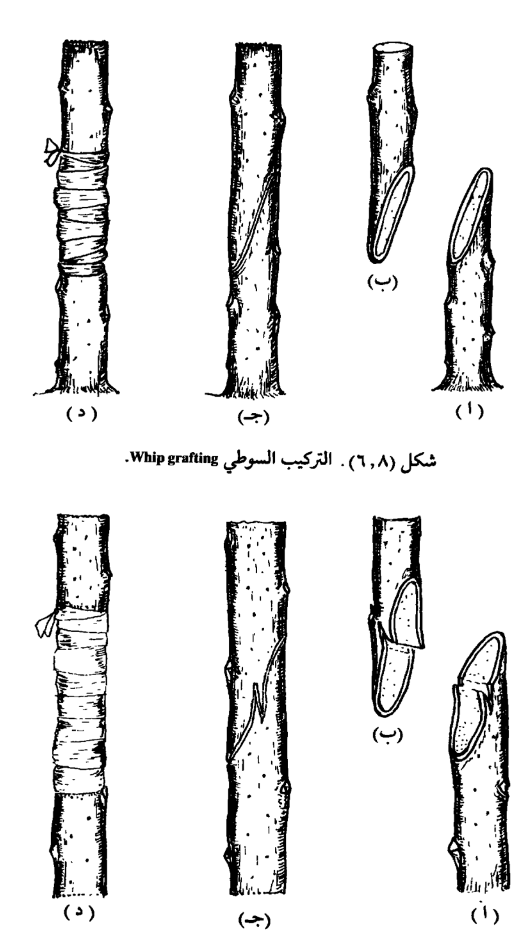
وهناك أشكال عديدة تستخدم في حالة التركيب أهمها:

(١) التركيب السوطي whip grafting . وفيه تقطع قمة الأصل على الارتفاع المطلوب، ثم يبرى من ناحية واحدة لأعلى، ويبرى القلم برية مماثلة من قاعدته، ثم تطبق برية الأصل والطعم، يربطان جيدا بالرافيا (شكل ٦,٨).

(٢) التركيب اللساني tongue grafting . مماثلة للتطعيم السوطي إلا أنه يجري عمل شق طولي في كل من برية الأصل والطعم وذلك للمساعدة على تماسكهما مع بعضهما **(شكل ٦,٩)**.

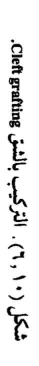
(٣) التركيب بالشق cleft grafting . وفيه تقطع قمة الأصل بمنشار، ويشق الفرع المقطوع من الوسط عموديا، ثم تبرى الأقلام من الناحية القاعدية، من جهتيها، بحيث تكون الحافة الخارجية أسمك من الداخلية، وتوضع في جانب الشق، بحيث تكون الحافة السميكة إلى الخارج، والرفيعة إلى الداخل. وعادة لا يحتاج هذا النوع من التطعيم إلى ربط، لأن ضغط الأصل على الأقلام يكون كافيا لتثبيتها في مكانها **(شكل ٦,١٠)**.

(د) التركيب القلفي bark grafting . قد يكون قلفي طرفي، وفيه يقطع الأصل للارتفاع المطلوب، ثم يعمل شق رأسي في القلف ابتداء من طرف القطع. وتبرى الأقلام برية واحدة عند قواعدها، وتثبت تحت القلف، بحيث يكون الجزء المبري ملامسا لخشب الأصل، ويربط بعناية. وقد يكون قلفي جانبي، وفيه لا يقطع ساق الأصل، ولكن يعمل شق على هيئة حرف (T) وسط إحدى سلامياته، ويبرى القلم برية عادية، ويثبت في الشق تحت القلف، ويربط جيدا **(الشكلان ٦,١١، ٦,١٢)**.

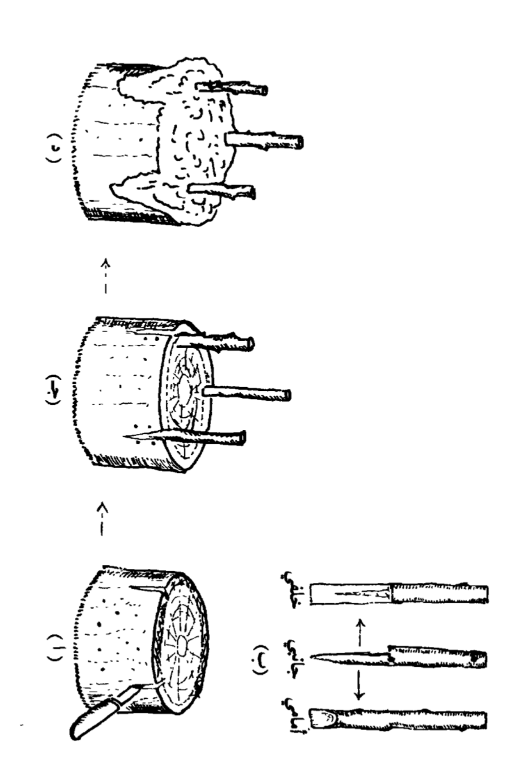


شكل (٦،٨). التركيب السوطي Whip grafting.

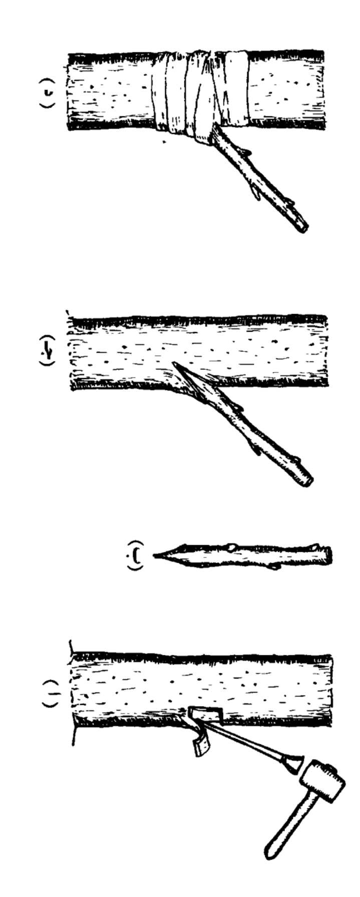
شكل (٦،٩). التركيب اللساني Tongue grafting.



شكل (٦,١٠). التركيب بالشق Cleft grafting.



شكل (١١, ٦). التركيب القلفي الطرفي Terminal bark grafting.



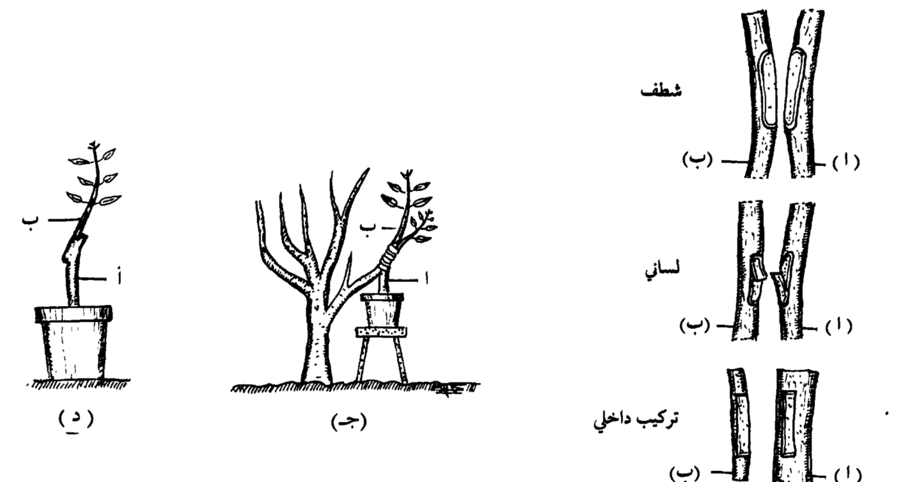
شكل (١٢,٦) . التركيب القلفي الجانبي Lateral bark grafting.

(٥) **التركيب باللصق approach grafting** . وعادة تكون الأصول منزرعة في قصارى. ويجري بعمل كشط متماثل في كل من ساق الأصل والفرع المختار للطعم، ثم يطبق الكشطان على بعضهما ويربطان جيدا بالرافيا، ويتركان هكذا إلى أن يتم الالتحام. ويعرف ذلك بنمو البراعم، ثم تفصل التراكيب، حيث تقطع قاعدة الطعم، وتقصر قمة الأصل إلى قرب منطقة الالتحام. وتستعمل هذه الطريقة في تكاثر المانجو والجوافة البناتي (شكل ٦,١٣).

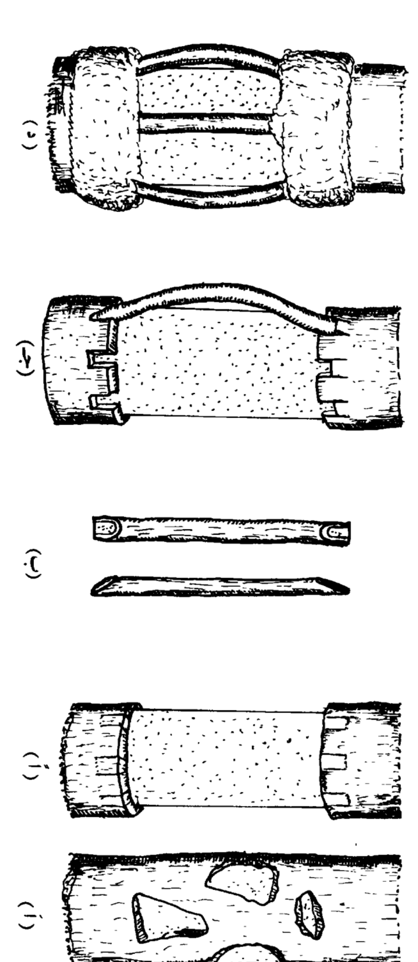
(٦) **التركيب العلاجي repair grafting** . يستعمل التركيب العلاجي كوسيلة لعلاج الأشجار المصابة وتتبع في هذه الحالة طريقتان هما:

● التركيب القنطري bridge grafting: تستخدم هذه الطريقة في علاج حدوث إصابة أو تآكل في قلف الأشجار، في أي منطقة على الجذع فوق سطح التربة، وفيها يزال الجزء المصاب حتى تظهر الأجزاء السليمة من القلف، ثم تحضر الأقلام بطول الجزء المزال مرة ونصف ويبرى طرفي الأقلام ويعمل شقين على هيئة T في اللحاء أسفل وأعلى المنطقة المصابة، وتثبت الأقلام داخل القلف وتربط بعناية. وبعد نجاح عملية الالتحام، تعمل الأقلام كقنطرة لنقل الغذاء من المجموع الخضري (شكل ٦,١٤).

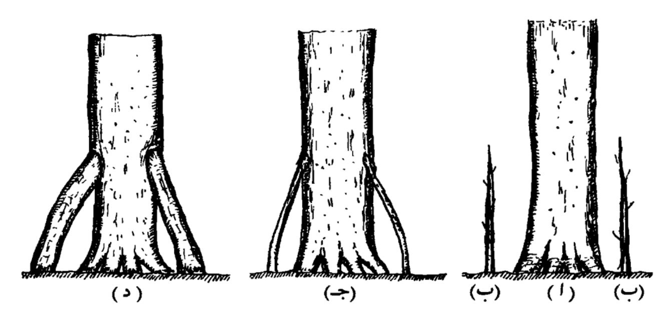
● التركيب الدعامي inarch grafting: يستخدم هذا النوع من التطعيم عند إصابة المجموع الجذري لإحدى الأشجار الكبيرة بمرض أو آفة تؤدي إلى موت أو تعطيل المجموع الجذري عن أداء مهمته، وفيه تزرع حول الأشجار المصابة عدة شتلات تمتاز بمقاومتها للمرض أو الآفة سبب إصابة الأشجار. وتربى كل من هذه الشتلات على فرع واحد ويجري عمل شق على هيئة ⊥ (حرف T مقلوبة) في قلف الأشجار المصابة، وفي نفس الوقت، تقطع الشتلات المزروعة على ارتفاع مناسب، ويبرى طرفها العلوي من جهة واحدة، ويثبت في الشق، ويربط جيدا بالرافيا. عند نجاح عملية التطعيم تقوم هذه الشتلات بإمداد الأشجار بما تحتاجه من ماء وعناصر معدنية، وفي نفس الوقت تمد الأشجار شتلات الأصول بما تحتاجه من مواد كربوهيدراتية وغيرها (شكل ٦,١٥).



شكل (١٣ ، ٦). التركيب باللصق Approach grafting.



شكل (١٤,٦). التركيب القنطري Bridge grafting.



شكل (٦,١٥). التركيب الدعامي Inarch grafting.

٢ ـ ميكانيكية الالتحام

عند إجراء التطعيم، يراعي أن يكون الكمبيوم في كل من الأصل والطعم منطبقان على بعضهما البعض. ولذلك يجب ربط منطقة الالتحام جيدا بالرافيا وتغطيتها بالشمع أو أي مادة مماثلة للمحافظة على منطقة الالتحام من الجفاف. أما طريقة حدوث الالتحام فهي كالتالي:

(أ) تنقسم خلايا الكمبيوم في كل من الأصل والطعم مكونة خلايا جديدة، ويستمر الانقسام، وتتحول الخلايا الناتجة إلى خلايا برنشيمية. وباستمرار الانقسام وتكون هذه الخلايا، تتداخل مع بعضها وتكوِّن طبقة تعرف باسم «الكالس» تملأ الفراغ بين الأصل والطعم ويحدث التحام مؤقت.

(ب) تتحول بعض خلايا نسيج «الكالس» في محاذاة كمبيوم الأصل والطعم إلى خلايا كمبيوم جديدة تصل بين الكمبيوم في كل من الأصل والطعم.

(جـ) ينقسم شريط الكمبيوم الجديد لتكوين لحاء يصل بين اللحاء في كل من الأصل والطعم، ولتكوين خشب أيضًا يصل بين الخشب في كل من الأصل والطعم. وبذلك يتم تكوين نسيج وعائي كامل في منطقة الالتحام تصل بين الأصل والطعم، ويحدث ذلك في حالات وجود توافق بدرجة كبيرة بين الأصل والطعم.

٣ ـ العوامل التي تؤثر على نجاح التطعيم

(ا) عدم التوافق: وهو عبارة عن عدم حدوث الالتحام التام بين الأصل والطعم، بعد إجراء التطعيم، وعدم مقدرة النبات المنتج على النمو الطبيعي.

(ب) نوع النبات: يجري التطعيم بين النباتات المختلفة التي توجد بينها قرابة نباتية كبيرة، ولذلك يمكن إجراؤه بين النباتات التي تقع تحت صنف معين، أو أحيانًا بين صنفين مختلفين من النوع نفسه، وفي حالات قليلة بين الأنواع والأجناس.

(جـ) العوامل البيئية: الحرارة والرطوبة والأكسجين.

(د) نشاط نمو الأصل.

(هـ) طريقة التكاثر.

(و) وجود الأمراض والحشرات في منطقة الالتحام.

٤ ـ مزايا التطعيم

(ا) استخدام أصول مقاومة للأمراض، ولملوحة التربة.

(ب) إكثار نباتات يصعب تكاثرها بالطرق الأخرى.

(جـ) تغيير صنف غير مرغوب فيه بصنف مرغوب فيه، ويستعمل في ذلك التطعيم القمي.

(د) علاج الأجزاء المصابة في الأشجار، كما في التطعيم القنطري والدعامي.

(هـ) تغيير صفة النبات، باستعمال أصول مقوية للنمو، أو أصول مقصرة للنمو.

(و) دراسة ومعرفة الأمراض الفيروسية التي قد تكون كامنة في الأشجار.

(ز) الإسراع من برامج التربية في الأشجار.

ثالثًا: التكاثر بواسطة أجزاء خضرية متخصصة

Propagation by specialized vegetative structures

وتشمل:

١ ـ الأبصال bulbs . وهي سوق قصيرة ذات أوراق لحمية سميكة وبراعم جانبية في آباط قواعد الأوراق الخازنة تكون أبصالا مصغرة أو بصيلات عند تكشفها، وتعرف

باسم الخلفات، عند نموها الكامل. ويمكن استخدام قواعد الأوراق الخازنة، البصيلات، أو الخلفات، أو الأبصال الناضجة كلها، في التكاثر، مثل البصل والثوم والكرات أبوشوشة والنرجس والتيوليب والسوسن والياسنت.

٢ ـ الكورمات corms . تشبه الأبصال إلا أنها لا تحتوي على أوراق لحمية، وإنما هي الساق الرئيسية للنبات، خازنة للمواد الغذائية، سطحها مقسم إلى عقد وسلاميات، وتحمل براعم. تنمو الجذور حول قاعدة الكورمة (كما في الأبصال)، أما البراعم فتتكون على باقي أجزاء الكورمة مثل: الموز والقلقاس والجلاديول والفريزيا والتوبيروز.

٣ ـ الريزومات rhizomes . سوق أرضية تنمو في اتجاه أفقي تحت سطح الأرض، ومقسمة إلى عقد وسلاميات، ومغطاة بأوراق حرشفية صغيرة، وتحمل براعم إبطية. وتتكاثر النباتات الريزومية بواسطة تقسيم هذه السوق الأرضية إلى أجزاء صغيرة، تحتوي كل منها على برعم أو أكثر وزرعها، مثل حشيشة الجاموس والكنا والسوسن.

٤ ـ الدرنات الساقية stem tubers . هي عبارة عن ريزومات أرضية، تتضخم نهاياتها لتخزين الغذاء، وتحتوي على براعم. ويمكن زراعة الدرنة بأكملها أو تجزئتها إلى قطع تحتوي كل منها على برعم أو أكثر. وتخرج السوق من البراعم، أما الجذور فتتكون من قواعد السوق النامية من البراعم، كما في البطاطس والطرطوفة.

هـ ـ الدرنات الجذرية tuberous roots . جذور لحمية متضخمة، لا تحتوى على براعم كما في البطاطا والداليا.

رابعا: التكاثر بواسطة أعضاء خضرية متخصصة مهمتها الأساسية التكاثر الطبيعي

Propagation by specialized vegetative structures whose function is natural propagation

وتسمى عملية التكاثر تفصيص (separation) ، إذا كان يتم فصل وحدات التكاثر الخضرية من النبات الأم طبيعيا، كما في التكاثر بالكورمات (الموز، القلقاس،

الجلاديولس، الفريزيا، التوبيروز)، والفسائل (النخيل، الموز، الأنانس، الخرشوف)، والأبصال (النرجس، التيوليب، الأيريس، الياسنت)، أو تجزئتها (division) كما في التكاثر بالريزومات والدرنات والبصيلات.

١ - الفسائل أو الخلفات off - shoots. وهي نباتات مشابهة للنبات الأم تتكون من براعم جانبية من السوق بالقرب من سطح الأرض، ولها جذورها الخاصة بها، ويمكن فصلها وزراعتها لتكوين نبات جديد، كما في النخيل والموز والأناناس والصبار.

٢ - السرطانات suckers. أفرع جانبية تنمو من براعم عرضية على جذور النبات تحت سطح الأرض أو على الساق في منطقة التاج، وليس لها جذور خاصة بها. وتفصل بجزء من خشب النبات الأم يسمى كعب، وتزرع كنبات مستقل. ومن النباتات التي يتم تكاثرها بهذه الطريقة الحور (*Populus*) والبلمباجو (*Plumbago*) والزيتون والرمان والتين والجوافة.

٣ - السوق الجارية runners. أفرع خضرية تخرج من براعم إبطية، من سوق جارية على سطح الأرض، وتكوِّن لها مجموع جذري عند ملامستها التربة، ويمكن فصلها وزراعتها كنبات مستقل، كما في الفراولة والفلنشة (*Phalangum*).

خامسًا: زراعة الأنسجة Tissue culture

ويكون النسيج عبارة عن جزء صغير يتراوح طوله من أقل من ١ مم إلى ٥ مم، يؤخذ من قمة نامية أو برعم جانبي، أو تؤخذ من ساق أو جذر، وتزرع هذه الأنسجة في بيئات معقمة لتكوين نباتات جديدة كاملة.

١ - طرق التكاثر بواسطة زراعة الأنسجة

(ا) بواسطة تحفيز تكوين سوق جانبية من براعم جانبية، وذلك بزراعة قمة الساق النامية (٣ - ٥مم). وهي أكثر الطرق استعمالاً في تكاثر الكثير من النباتات، وذلك لسرعة التكاثر، ولكون النباتات المنتجة متشابهة فيما بينها، ومشابهة للنبات الأم.

(ب) القواعد الخازنة بالأبصال، لنباتات الزينة وغيرها، وتستخدم في تكاثر بعض نباتات العائلة الزنبقية Liliaceae والنرجسية Amaryllidaceae.
(جـ) سوق عرضية من نسيج الكالس، من أسرع وأسهل الطرق لإنتاج نباتات كثيرة، ولكن الاختلافات الوراثية بين النباتات المنتجة والنبات الأم تجعل استعمال هذه الطريقة محدودًا لتكاثر النباتات.

وعمومًا كلما كان الجزء النباتي المفصول من النبات الأم صغيراً، قلّ حدوث تغييرات وراثية، وزادت احتياجاته الغذائية. ولكن معدل سرعة التكاثر وعدد النباتات المنتجة يزداد كلما كان الجزء المفصول أكبر (Murashige, 1974).

٢ ـ أطوار إنتاج نباتات بواسطة زراعة الأنسجة

(ا) **الطور الإنشائي establishment stage**. وفيه يتم زراعة أجزاء نباتية (explant) معقمة قادرة على النمو. وفي هذا الطور يجب العناية بمصدر النسيج، ونوع وطبيعة بيئة الزراعة. وتستخدم المضادات الحيوية في تعقيم الأجزاء النباتية قبل زراعتها. ويجب الاهتمام بدرجة الحرارة والضوء في غرفة الحاضنة لنمو الأجزاء النباتية.

وتبقى الأجزاء النباتية تحت هذه الظروف لمدة تتراوح من ١ ـ ٢ أسبوع، تنقل بعدها إلى البيئة الزراعية المستخدمة في الطور التكاثري.

(ب) **الطور التكاثري multiplication stage**. وفيه يتضاعف عدد النبتات (plantlets) وتكون عديمة الجذور، ويجب توفير العوامل الضرورية لذلك خاصة، بيئة الزراعة، والحرارة، والضوء.

(جـ) **طور التقسية hardening stage**. وفيه يتم تقسية النبتات وتهيئتها للنقل من أنابيب الاختبار أو القوارير الزجاجية إلى التربة. وتستخدم منظمات النمو لتنشيط تكوين الجذور، وتوضع النباتات تحت ضوء كثافته عالية نسبيًا (٣,٠٠٠ قدم/شمعة) وحرارة عالية (حوالي ٣٠°م) لتهيئة النباتات قبل نقلها إلى التربة.

٣ ـ العوامل التي تؤثر على تكوين نباتات بواسطة زراعة الأنسجة

(ا) مصدر النسيج : قد يكون براعم إبطية أو قمة الساق، جزء من أوراق لحمية، جذر أو ساق أو القواعد الورقية في الأبصال.

(ب) عمر النبات الأم: نسبة النجاح أكبر في حالة استعمال نسيج من شتلات شابة، بالمقارنة مع نسيج من نباتات ناضجة أو مسنة.

(جـ) توافر المتطلبات الموسمية من حرارة وضوء ودور وسكون.

(د) نوع البيئة الزراعية ـ كيميائيًا وطبيعيًا.

(هـ) نوع القوارير الزجاجية.

(و) درجة الحرارة والضوء أثناء فترة التحضين.

٤ ـ بيئات زراعة الأنسجة

(ا) ماء مقطر.

(ب) عناصر معدنية كبرى وصغرى مهمة لنمو وتكشف الأنسجة النباتية.

(جـ) مصدر للطاقة ـ عادة سكر القصب (sucrose).

(د) مواد عضوية وتشمل هرمونات نباتية فيتامينات وحموض أمينية.

(هـ) إضافة أو عدم إضافة مادة هلامية (آجار) ولتكاثر معظم النباتات تحتوي بيئة الزراعة على:

- مكونات أساسية:
  - ـ العناصر المعدنية وتختلف باختلاف نوع البيئة المستعملة كما يتضح من الجدول رقم (٢ , ٦).
  - ـ سكر قصب (٣٪) sucrose.
  - ـ فيتامين ب (Thiamine HCL).
  - ـ اينوسيتول (Inositol).

جدول (٢ , ٦) . مكونات العناصر المعدنية لبيئة موراشيجي وسكوج (Murashige and Skoog, 1962) وبيئة هوايت (White, 1943).

التركيب المعدني		موراشيجي وسكوج مجم/لتر	هوايت مجم/لتر
نترات أمونيوم	NH_4NO_3	١٦٥٠	
نترات بوتاسيوم	KNO_3	١٩٠٠	
نترات كالسيوم	$Ca(NO_3)_2$		٢٠٠
كبريتات صوديوم	Na_2SO_4		٢٠٠
كبريتات مغنسيوم (مائية)	$MgSO_4.7H_2O$	٣٧٠	٣٦٠
كبريتات الحديدوز (مائية)	$Fe_2SO_4.7H_2O$	٢٧,٨	
كبريتات الزنك (مائية)	$ZnSO_4.7H_2O$	٨,٦	١,٥
كبريتات نحاس (مائية)	$CuSO_4.5H_2O$	٠,٠٢٥	
كبريتات منجنيز (مائية)	$MnSO_4.H_2O$	١٦,٩	٤,٥
يوديد بوتاسيوم	KI	٠,٨٣	٠,٧٥
فوسفات بوتاسيوم (ثنائي الهيدروجين)	KH_2PO_4	١٧٠	٨٠
كلوريد كالسيوم (مائي)	$CaCl_2.2H_2O$	٤٤٠	
كلوريد كوبالت	$CoCl_2.6H_2O$	٠,٠٢٥	
فوسفات أحادي الصوديوم (ثنائي الهيدروجين)	NaH_2PO_4		١٦,٥
موليبدات الصوديوم	$Na_2MoO_4.2H_2O$	٠,٢٥	
صوديوم مخلبي	Na_2-EDTA	٣٧,٣	
حمض بوريك	H_3BO_3	٦,٢	١,٥
كلوريد بوتاسيوم	KCl		٨٠

● مكونات ثانوية:

- فوسفات صوديوم ثنائي الهيدروجين $NAH_2PO_4H_2O$.
- كبريتات الأدينين Adenine sulphate.
- أكسينات Auxins.
- سيتوكينينات Cytokinins.
- آجار Agar.

٥ ـ فوائد واستعمالات زراعة الأنسجة

(ا) إكثار بعض نباتات الزينة، التي يصعب إكثارها بالطرق التقليدية، مثل نباتات الأوركيد.

(ب) إنتاج نباتات خالية من الأمراض، خاصة الأمراض الفيروسية، كما في الموالح والعنب والفراولة.

(جـ) تسرع من إكثار النباتات، التي يمكن تكاثرها بالطرق الخضرية، مثل العقل والتفصيص والتقسيم وغيرها، كما في نبات الفراولة وبعض أبصال الزينة.

(د) تستعمل في المشاتل التجارية في حفظ النبات الأم في حيز صغير.

(هـ) تفيد في برامج تربية النبات، حيث تساعد في إسراع وزيادة إمكانية الحصول على أصناف جديدة بالانتخاب وإكثار النباتات المنتجة.

(و) تسهيل وسرعة تبادل النباتات الخالية من الأمراض بين الأقطار المختلفة، علاوة على تقليل تكاليف نقلها من مكان إلى آخر.

الفصل السابع

جمع الحاصلات الزراعية وإعدادها وتخزينها*

Harvesting, Handling and Storing of Agricultural Crops

● المحاصيل البستانية ● المحاصيل الحقلية ●
قطع وتجفيف وحفظ الأخشاب

تعد عمليات جمع الحاصلات الزراعية وإعدادها وتخزينها من العمليات الأساسية المهمة في الإنتاج الزراعي (وهي تشمل عمليات عديدة هي : الجمع، الإعداد والتخزين). وتختلف هذه العمليات من محصول لآخر، سواء كان محصول فاكهة أوخضر أو محصول حقلي أو منتجات غابات.

ونظرا لأن المزارع في الحقل يبذل مجهودا كبيرا في العناية باختيار الأصناف الجيدة، واتباع أنسب العمليات الزراعية خلال فترة وجود المحصول في الحقل - كما ورد ذكره في الأبواب الأخرى من هذا الكتاب - وحتى يضمن المزارع أن يصل المحصول الناتج لديه إلى المستهلك بحالة جيدة، وحتى يعود عليه بالنفع الكبير يجب عليه أن يهتم بعمليات الجمع، والإعداد، والتخزين حتى يضمن المحافظة على صفات المحصول الناتج من التدهور والفساد.

ومن المعروف أن محاصيل الفاكهة والخضر من المحاصيل الزراعية السريعة التلف والفساد، وهذا يستوجب الحرص الشديد في جمعها وإعدادها وتخزينها، حتى تصل إلى

*محمد علي أحمد باشه، حسن إبراهيم سيد،
حسين علي توفيق، ومحمد لطفي محمود الأسطى

المستهلك بحالة جيدة. حيث إن الجمع أو الحصاد في الوقت غير المناسب أو التخزين غير الجيد، قد يؤديان إلى نقص وخسارة كبيرة جدا. وكذلك الحال في المحاصيل الحقلية حيث يؤدي الجمع في الوقت غير المناسب أو التخزين السيء إلى خسارة كبيرة جدا وخاصة في محاصيل الحبوب وغيرها.

وقد حدث خلال السنوات الأخيرة تطور كبير في طرق جمع وإعداد وتخزين الحاصلات الزراعية المختلفة، حيث حدث تقدم في عمليات الجمع، واستخدمت طرق جديدة عن طريق الآليات المختلفة والمناسبة لكل محصول. كما اتبعت طرق ووسائل عديدة في إعداد المنتجات الزراعية وأنشئت العديد من بيوت التعبئة لتجهيز الثمار سواء للتصدير أو للاستهلاك المحلي. علاوة على التقدم الكبير في وسائل التخزين المبرد واستخدام طرق أخرى جديدة مثل التخزين في جو هوائي معدل وغير ذلك. كما حدث تطور كبير أيضا في وسائل نقل المحاصيل الزراعية المختلفة من الدول المنتجة إلى الدول المستهلكة حيث استخدمت العربات المبردة والطائرات وغيرها.

ونظرا لاختلاف طرق جمع وإعداد وتخزين المحاصيل البستانية عن المحاصيل الحقلية وعن الغابات لذلك سوف نناقش في هذا الباب الأسس والأساليب الخاصة بجمع وإعداد وتخزين كل منهم على حدة مع ملاحظة التركيز على أهم الطرق المتبعة في كل قسم نظرا لتشعب وكثرة العمليات الخاصة بجمع وإعداد وتخزين المحاصيل الزراعية.

(٧, ١) المحاصيل البستانية Horticultural Crops

تشمل المحاصيل البستانية الفاكهة، والخضر ونباتات الزينة. وتعتبر ثمار الفاكهة والخضر من المصادر الهامة للمواد الغذائية الضرورية للإنسان، كما تمده بمعظم العناصر المعدنية الهامة ومعظم الفيتامينات الضرورية.

(١ , ١ , ٧) الثمرة وتكوينها Fruit and its formation

تعرَّف الثمرة من الوجهة النباتية بأنها متاع الزهرة المخصب الناضج بمشتملاته وفي معظم الثمار يعتبر المبيض هو الجزء الرئيسي المكون للثمرة، مضافا إليه الأنسجة الزهرية الأخرى المصاحبة له. وهذا ينطبق على ثمار الفاكهة، أما في نباتات الخضر، فتعرف الثمرة بأنها أي جزء من النبات صالح للأكل أو للاستهلاك، بغض النظر عن أصله النباتي، سواء كان ساقا أو ورقة أو جذرا أو زهرة.

وتمر الثمرة الحقيقية بأربعة أطوار هامة حتى تصل إلى مرحلة النضج وهي:

١ ـ طور انقسام الخلايا Cell division

وهو الطور المبكر من الثمرة، ويتميز بسرعة انقسام الخلايا وزيادتها في العدد. وتتميز خلايا الثمرة في هذا الطور بالسمات المرستيمية (مقدار ضئيل من المواد السكرية والأحماض العضوية وتخلو تماما من النشا).

٢ ـ طور كبر الخلايا وازديادها في الحجم Cell elongation

وفي هذا الطور، تزداد الخلايا في الحجم، وتقوي جدرها وتبدأ في تخزين المواد الغذائية المختلفة.

٣ ـ طور اكتمال نمو ونضج الخلايا Cell maturation and ripening

ويبدأ هذا الطور عند اكتمال حجم الثمار وفيه لا يزداد عدد الخلايا ويكون ازديادها في الحجم محدودا. ويتميز هذا الطور بحدوث تغيرات كيميائية وفسيولوجية عديدة حيث يتزايد المخزون من المواد النشوية والسكريات والأحماض العضوية وغيرها.

٤ ـ طور الشيخوخة Cell senescence

وهو الذي يلي طور النضج، ويبدأ بعد وصول الثمار إلى تمام نضجها وصلاحيتها. وعندما تبدأ الثمار في دخولها هذا الطور، تقل حيوية الخلايا، وتتحلل محتوياتها من سكريات وأحماض عضوية ومواد أخرى وتتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وأملاح معدنية. وعموما لا تترك الثمار لكي تصل إلى هذا الطور حيث إنها تستهلك عادة قبله.

ويقصد بطور النضج البستاني للثمار بأنه طور اكتمال الثمار لنموها بحيث تصبح فيه صالحة للجمع، أما طور النضج الفسيولوجي فهو الطور الذي تصل فيه الثمار إلى مرحلة ممتازة من ناحية الأكل.

وهناك العديد من نباتات الخضر التي تؤكل ثمارها قبل أن يكتمل نموها، بينما تصبح غير صالحة للأكل، حين بلوغها حجمها الكامل، كما هو الحال في ثمار نباتات قرع الكوسة، الخيار والقثاء والباميا والباذنجان وغيرها.

وتختلف الثمار في طريقة نموها، فهناك ثمار تنمو نموا مستمرا حيث تزداد الثمار في الوزن والحجم باستمرار، بدون وجود فترات يحدث فيها توقف أو انخفاض في معدل النمو، مثل ثمار الموالح والبلح والطماطم والبسلة والقرعيات، وهناك أنواع أخرى من الثمار تنمو نموا دوريا حيث يزداد النمو خلال فترات معينة، بينما يقل، أو يتوقف خلال فترات أخرى، مثل التين والعنب والفواكه ذات النواة الحجرية.

وفي البطاطس يبدأ تكوين الدرنات مع تكامل النمو الخضري للنبات ويكون معدل نمو الدرنات بطيئا خلال الفترة الأولى من تكوينها ثم تزداد بسرعة كبيرة خلال الفترة الأخيرة من التكوين، وتحدث تغيرات عديدة في الصفات المورفولوجية للدرنات أثناء نموها، حيث يزداد طولها وعرضها، كما تزداد قتامة ألوانها لتكوين طبقة البريدرم الخارجي. كما تحدث تغيرات عديدة ببشرة الدرنات بتقدمها في العمر وتعتبر الدرنة ناضجة عند تمام تكوين «قشرتها»* وصعوبة فصلها. أما الأبصال فهي تتكون نتيجة لانتقال المواد الكربوهيدراتية إلى قواعد الأوراق الصغيرة لتخزينها وتكوين جسم البصلة. ويتأثر تكوين الأبصال بالظروف الجوية وخاصة طول الفترة الضوئية كما هو الحال في البصل والثوم.

* يقصد بها الطبقات الفلينية في البريدرم الذي يكسو الدرنة.

(٧ , ١ , ٢) تقسيم المحاصيل البستانية Classification of horticultural crops

هنـاك عدة أسس يعتمـد عليهـا في تقسيم المحـاصيل البستانية، سبق دراستها في الأبواب السابقة، إلا أن التقسيم الذي يهمنا في دراستنا لهذا الباب هو:

أولاً: التقسيم حسب القابلية للتخزين Storage ability

١ ـ محاصيل سريعة التلف very perishable crops. وهي تشمل محاصيل الخضر الورقية والزهرية، وثمار التين والمشمش، وزهور القطف، مثل الورد والجلاديولس.

٢ ـ محاصيـل متـوسطـة في سرعة التلف perishable crops. وهي تشمل محاصيل الخضـر الثمـريـة مثـل الطماطم والبطيخ والفاصوليا، وثمار الفاكهة الطرية مثل: العنب والخوخ والكمثرى والمانجو والموالح.

٣ ـ محاصيل بطيئة التلف slowly perishable crops. وهي تشمل محاصيل الخضر الـدرنيـة والجـذريـة والبصليـة، وثـمار البقوليات الجافة، وثمار النقل وأبصال وكورمات نباتات الزينة.

وتختلف الأنـواع السـابقـة في قدرتهـا على التخـزين. فالمـدة المنـاسبـة لتخـزين المحـاصيـل السـريعـة التلف أقـل من أسبـوعـين. ومن ٣ أسـابيـع إلى عدة شهـور، للمحـاصيـل المتـوسطة في سرعة التلف. بينما تزيد عن عدة شهور بالنسبة للمحاصيل بطيئة التلف.

ويعتـبر هذا من أهم طرق التقسيم وأكثرهـا فائـدة لمعـامـلات ما بعـد الحصـاد للمحاصيل البستانية المختلفة.

ثانيًا: التقسيم حسب الحساسية لأضرار البرودة Chilling injury

١ ـ محاصيـل حسـاسة لأضرار البرودة. تشمل المحاصيل التي إذا تعرضت ثمارها لدرجات حرارة بين الصفر المئوي و١٠°م خلال تخزينها تصاب بأضرار البرودة (chilling injury). وهذا يسبب تدهورا سريعا في جودتها، بعد نقلها إلى ظروف الجو العادي،

وهي تشمل : محاصيل الخضر الثمرية ، البطاطا وثمار الفاكهة الاستوائية وشبه الاستوائية مثل الموالح والموز والمانجو والباباظ .

٢ ـ محاصيل غير حساسة لأضرار البرودة . وهي تشمل المحاصيل التي لا تتأثر عند تخزينها على درجات حرارة منخفضة (صفر إلى ١٠°م) . وتعتبر درجة الصفر المئوي أنسب درجة حرارة لتخزينها ونقلها ، وهي تشمل : محاصيل الخضر الورقية والزهرية والجذرية (عدا البطاطا) والدرنية والبصلية ، وثمار الفاكهة المتساقطة الأوراق ، وزهور القطف .

ويفيد هذا التقسيم في تحديد أنسب درجات الحرارة لتخزين ونقل ثمار المحاصيل البستانية المختلفة .

(٣ ، ١ ، ٧) المكونات الكيميائية للثمار Chemical composition of fruits

تحتوي ثمار الفاكهة والخضر على مكونات مختلفة ، بعضها بسيط التركيب والبعض الآخر معقد ـ حيث تحتوي على الماء ، المواد الكربوهيدراتية ، المواد البروتينية ، المواد الدهنية ، الأملاح المعدنية ، الفيتامينات ، الأحماض العضوية وغيرها .

وتختلف ثمار الفاكهة والخضر اختلافا كبيرا في تركيبها الكيميائي ، وفي نسب تلك المكونات . وذلك راجع إلى عوامل مختلفة وراثية وبيئية وزراعية . وترجع أهمية دراسة المكونات الكيميائية للثمار ، والتغيرات التي تحدث بها إلى ارتباط معظم هذه المكونات بصفات الجودة لتلك الثمار ، مثل النكهة (الطعم والرائحة) ، درجة الصلابة ودرجة الحلاوة وغيرها . وكذلك ارتباطها بمدى قابلية الثمار للتداول والتخزين . ومن أهم المكونات الكيميائية للثمار ما يلي :

أولاً : الماء Water

يعتبر الماء من المكونات الهامة للثمار والأنسجة النباتية الأخرى ـ وتختلف نسبته في الثمار اختلافًا واضحًا (جدولي ٧،١ ، ٧،٢) . وتعتبر مكونات الثمار من الماء من

العوامل الهامة في تحديد مدى قابليتها للتداول والتخزين، فكلما ازدادت المحتويات المائية للثمار كلما قلت قدرتها على الحفظ والتخزين، والعكس صحيح. ويحدث بعد جمع الثمار، وأثناء تداولها، نقص في محتوياتها المائية نتيجة للبخر من الأنسجة الخارجية، مما يؤثر على وزن المحصول، وعلى مظهر الثمار الخارجي.

ثانيًا: المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

تعتبر المواد الكربوهيدراتية من أهم مكونات الثمار، وهي تخزن على هيئة نشا أو سكريات. وهي تشمل السكريات الأحادية مثل الجلوكوز، الفركتوز والجالاكتوز، والسكريات المركبة مثل السكروز والمالتوز والسكريات العديدة مثل النشا، الأنيولين، السيليلوز والمواد البكتينية. والمواد الكربوهيدراتية هي المواد الأولية التي تستخدم في عملية التنفس في الثمار لتوليد الطاقة، كما أنها تستخدم في تكوين البروتينات والدهون، علاوة على أنها تعطى الطعم الحلو المميز للثمار، كما تلعب المواد البكتينية دورا هاما في صلابة ثمار الفاكهة والخضر المختلفة.

وتختلف نسب المواد الكربوهيدراتية المختلفة في الثمار حسب الصنف، النوع ودرجة النضج وغير ذلك **(جدولا ١ , ٧، ٢ , ٧)**.

ثالثًا: المواد الدهنية (الليبيدات) Lipids

وهذه المواد تتكون كمواد إحتياطية في الثمار، وتستخدم في توليد الطاقة، كما تدخل في تركيب الخلايا وطبقة الأدمة في الثمار. وهي تتكون من الدهون الحقيقية، الشموع، الفوسفوليبيدات، السيترول. وتوجد في جميع الأنسجة النباتية مثل الأوراق والجذور والسيقان والثمار والأزهار. ولكن الأعضاء الأساسية لتخزينها هي الثمار والبذور. وتختلف نسبة الدهون في الثمار اختلافا كبيرا، حيث إن أغلب ثمار الفاكهة والخضر تحتوي على نسبة ضئيلة منها (٢٠ , ٠ - ١ , ٠٪) جدولي (٧ - ٧،١ - ٢)، فيما عدا بعض الثمار مثل الزيتون (٢٠٪) واللوز (٤٥٪) والجوز والبيكان (٦٠ - ٦٥٪).

جدول (٧,١). المكونات الأساسية لثمار الفاكهة (الجزء الصالح للأكل) «نسبة مئوية».

النوع	الماء	القيمة الحرارية بالكالوري	الكربوهيدرات الكلية	الألياف	البروتينات	الدهون
البرتقال	٨٦,٠	٤٩	١٢,٢	٠,٥	١,٠	٠,٢
الليمون البلدي المالح	٨٩,٣	٢٨	٩,٥	٠,٥	٠,٧	٠,٢
الموز	٧٥,٧	٨٥	٢٢,٢	٠,٢	١,١	٠,٢
المانجو	٨١,٧	٦٦	١٦,٨	٠,٩	٠,٧	٠,٤
الزبدية	٧٤,٠	١٦٧	٦,٣	١,٦	٢,١	١٦,٤
العنب	٨١,٤	٦٧	١٧,٣	٠,٥	٠,٦	٠,٣
التفاح	٨٤,٨	٥٦	١٤,١	٠,١	٠,٢	٠,٦
الكمثري	٨٣,٢	٦١	١٥,٣	١,٤	٠,٧	٠,٤
الخوخ	٨٩,١	٣٨	٩,٧	٠,٦	٠,٦	٠,١
المشمش	٨٥,٣	٥١	١٢,٨	٠,٦	١,١	٠,٢
البرقوق	٨٦,٦	٤٨	١٢,٣	٠,٦	٠,٥	٠,٢
الفراولة	٨٩,٩	٣٧	٨,٤	١,٣	٠,٧	٠,٥

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

رابعًا: المواد البروتينية Proteins

وهي من المكونات الهامة جدا والتى يتكون منها بروتوبلازم الخلايا والإنزيمات وغيرها من المواد الحيوية الأخرى.

وتعتبر ثمار المحاصيل البستانية فقيرة في المواد البروتينية باستثناء بعض المحاصيل مثل الزبدية (الأفوكادو) (٢ - ٤٪)، والزيتون (١ - ٣٪)، واللوز والجوز (١٦ - ١٨٪) والخضر البقولية (٦ - ١٠٪).

جدول (٢ , ٧). المكونات الأساسية لبعض أنواع الخضر (الجزء الصالح للأكل) «نسبة مئوية».

النوع	الماء	القيمة الحرارية بالكالوري	الكربوهيدرات الكلية	الألياف	البروتينات	الدهون
البطاطس	٧٩,٨	٧٦	١٧,١	٠,٥	٢,١	٠,١
البصل	٨٩,١	٣٨	٨,٧	٠,٦	١,٥	٠,١
الثوم	٦١,٣	١٣٧	٣٠,٨	١,٥	٦,٢	٠,٢
البطاطا	٧٠,٦	١١٤	٢٦,٣	٠,٧	١,٤	٠,٤
الجزر	٨٨,٢	٤٢	٩,٧	١,٠	١,١	٠,٢
الفلفل الحلو	٩٣,٤	٢٢	٤,٨	١,٤	١,٢	٠,٢
الباذنجان	٩٢,٤	٢٥	٥,٦	٠,٩	١,٢	٠,٢
البطيخ	٩٢,٦	٢٦	٦,٤	٠,٣	٠,٥	٠,٢
الشمام	٩١,٢	٣٠	٧,٥	٠,٣	٠,٧	٠,١
قرع الكوسة	٩٤,٠	١٩	٤,٢	٠,٦	١,١	٠,١
الكرنب	٩٢,٤	٢٤	٥,٤	٠,٨	١,٣	٠,٢
البسلة الخضراء	٧٨,٠	٨٤	١٤,٤	٠,٢	٦,٣	٠,٤
البامية	٨٨,٩	٣٦	٧,٦	١,٠	٢,٤	٠,٣
السبانخ	٩٠,٧	٢٦	٤,٣	٠,٦	٣,٢	٠,٣
الخس	٩٥,١	١٤	٢,٥	٠,٥	١,٢	٠,٢

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

خامسًا: الصبغات النباتية Plant pigments

وهي عبارة عن مجموعة من المركبات الكيميائية، التي يعزى إليها ظهور الألوان المميزة للأنسجة النباتية المختلفة. وهي تقسم إلى قسمين رئيسيين:

١ - **الصبغات القابلة للذوبان في الليبيدات**. وهذه الصبغات توجد في السيتوبلازم وفي البلاستيدات مثل:

(أ) **الكلوروفيلات chlorophylls**. وهي تشمل على كلوروفيل (a)، كلوروفيل (b) وهي المسؤولة عن اللون الأخضر في النباتات ويكثر وجودها في الأجزاء النباتية الهامة مثل الأوراق، الثمار غير الناضجة. وهذه المواد تتحلل خلال مراحل نضج الثمار وتبدأ ظهور الصبغات الأخرى محلها مما يكسب الثمار الألوان المميزة لها.

(ب) **الكاروتينويدات (carotenoides)**. وهي تشمل مجموعة من المركبات الكيميائية والتى تختلف في تركيبها الكيميائي. وهي تعطي اللون الأصفر والبرتقالي والأحمر للأنسجة النباتية المختلفة، وهي تشمل: الكاروتين، الزانثوفيل وتوجد في ثمار المشمش، الخوخ، المانجو، والبرتقال والطماطم والفلفل الأحمر.

٢ - **الصبغات القابلة للذوبان في الماء**. وهي توجد في العصير الخلوي للخلايا مثل:

(أ) **الأنثوسيانين anthocyanin**. وهي تعطي الألوان الحمراء، البنفسجية والزرقاء للأنسجة النباتية، وهي عبارة عن جلوكوسيد (مكونة من سكر ومادة لا سكرية) وتعطي اللون الأحمر المميز لثمار التفاح، العنب، البرقوق، الخوخ، الرمان والفراولة.

(ب) **الأنثوزانثين anthoxanthin**. ويعزى إلى هذه الصبغات ظهور الألوان الصفراء والبرتقالية. وهي تظهر عادة عند نضج الثمار، وتوجد في ثمار التفاح والموالح.

سادسًا: الفيتامينات Vitamins

وهي عبارة عن مركبات عضوية، توجد بكميات ضئيلة جدا في الأنسجة النباتية، ولها دور هام في أيض الخلايا الحية. حيث تعمل كجزء من الإنزيمات والعوامل المساعدة اللازمة لحدوث العمليات الحيوية في الأنسجة الحية. وتعتبر ثمار الفاكهة والخضر المختلفة من أهم المصادر الطبيعية لمعظم الفيتامينات. ومن أهم الفيتامينات الموجودة بكثرة في ثمار الفاكهة والخضروات، فيتامين C حيث يوجد بوفرة في ثمار العناب، الموالح، الفراولة، الفلفل والطماطم (جدول ٧,٤)، كما يتوفر فيتامين A في ثمار المشمش، البرقوق، البسلة، وجذور الجزر والبطاطا، أما فيتامين B فيوجد بكميات بسيطة في كل من التفاح، الزبدية، العنب والموالح (جدول ٧,٣).

سابعًا: الأملاح المعدنية Minerals

من المكونات الهامة لثمار المحاصيل البستانية وترجع أهميتها إلى أنها تساعد على احتفاظ الجسم بصحة وحيوية، وتعمل على تنظيم الحموضة وكمرافقات لبعض الإنزيمات الهامة.

وتحتوي الأنسجة النباتية للمحاصيل البستانية على كميات متفاوتة من الأملاح المعدنية مثل: البوتاسيوم، الصوديوم، الكالسيوم، الفوسفور، الحديد وغيرها (جدول ٧,٣).

وبالإضافة إلى المكونات السابقة، هناك مكونات أخرى مثل المواد التانينية، والتي تعطي الطعم القابض لبعض الثمار. وهي تختفي عند النضج، والمواد الطيارة: عبارة عن مجموعة من المركبات التي يرجع إليها رائحة ونكهة الثمار المختلفة. وهي توجد بكثرة في ثمار التفاح، الكمثرى، الموز، الجوافة، الطماطم وأوراق الكرفس والبصل والثوم. كما تحتوي الثمار أيضا على الأحماض العضوية وهي التي تعطي الطعم المميز لبعض الثمار مثل الموالح والمانجو والأناناس والطماطم والعنب والتفاح. ويوجد بالثمار أيضا بعض المواد الأخرى الهامة مثل الإنزيمات والهرمونات.

جدول (٣,٧). القيمة الغذائية لثمار الفاكهة والخضر حسب محتوياتها من الفيتامينات والعناصر المعدنية.

النوع	المحتوي المعدني بالمليجرام/ ١٠٠ جم وزن طازج					فيتامين A	فيتامين B	ريبوفلافين	نياسين
	كالسيوم	فسفور	حديد	صوديوم	بوتاسيوم	بالوحدة	مجم	مجم	مجم
أولا: ثمار الفاكهة									
البرتقال	٤٣	١٧	٠,٢	١	٢٠٦	٢٠٠	٠,١٠	٠,٠٤	٠,٤
الليمون البلدي	٣٣	١٨	٠,٦	٢	١٠٢	١٠	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٢
الموز	٨	٢٦	٠,٧	١	٣٧٠	١٩٠	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٧
المانجو	١٠	١٣	٠,٤	٧	١٨٩	٤٨٠٠	٠,٠٥	٠,٠٥	١,١
الزبدية	١٠	٤٢	٠,٦	٤	٦٠٤	٢٩٠	٠,١١	٠,٢٠	١,٦
العنب	١٢	٢٠	٠,٤	٣	١٧٣	١٠٠	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٣
الفراولة	١١	٢١	١,٠	١	١٦٤	٦٠	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٦
التفاح	٧	١٥	٠,٣	١	١١٠	٩٠	٠,٠٣	٠,٠١	٠,١
المشمش	١٧	١٣	٠,٥	١	٢٨١	٢٧٠٠	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٦
الخوخ	٩	١٩	٠,٥	١	٢٠٢	١٣٣٠	٠,٠٢	٠,٠٥	١,٠
الكمثرى	٨	١١	٠,٣	٢	١٣٠	٢٠	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,١
البرقوق	١٨	١٧	٠,٥	٢	٢٩٩	٣٠٠	٠,٠٨	٠,٠٣	٠,٥
ثانيا: الخضر									
البطاطس	٧	٥٣	٠,٦	٣	٤٠٧	آثار	٠,١٠	٠,٠٤	١,٥
البصل	٢٧	٣٦	٠,٥	١٠	١٥٧	٤٠	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٢
الثوم	٢٩	٢٠٢	١,٥	١٩	٥٢٩	آثار	٠,٢٥	٠,٠٨	٠,٥
البطاطا	٣٢	٤٧	٠,٧	١٠	٢٤٣	٨٨٠٠	٠,١٠	٠,٠٦	٠,٦
الجزر	٣٧	٣٦	٠,٧	٤٧	٣٤١	١١٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٦
الطماطم	١٣	٢٧	٠,٥	٣	٢٤٤	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٧
الفلفل	٩	٢٢	٠,٧	١٣	٤١٣	٤٢٠	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٥
الباذنجان	١٢	٢٦	٠,٧	٢	٢١٤	١٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٦
البطيخ	٧	١٠	٠,٥	١	١٠٠	٥٩٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٢
الشمام	١٤	١٦	٠,٤	١٢	٢٥١	٣٤٠٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٦
قرع الكوسة	٢٨	٢٩	٠,٤	١	٢٠٢	٤١٠	٠,٠٥	٠,٠٩	١,٠
الكرنب	٤٩	٢٩	٠,٤	٢٠	٢٣٣	١٣٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٣
البسلة	٢٦	١١٦	١,٩	٢	٣١٦	٦٤٠	٠,٣٥	٠,١٤	٢,٩
البامية	٩٢	٥١	٠,٦	٣	٢٤٩	٥٢٠	٠,١٧	٠,٢١	١,٠
السبانخ	٩٣	٥١	٣,١	٧١	٤٧٠	٨١٠٠	٠,١٠	٠,٢٠	٠,٦
الخس	٣٥	٢٦	٢٠,٠	٩	٢٦٤	٩٧٠	٠,٠٦	٠,٦٠	٠,٣

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

(٤ ,١ ,٧) التغيرات التي تحدث أثناء نمو ونضج الثمار
Seasonal changes during fruit growth and ripening

يحدث أثناء نمو ونضج الثمار مجموعة من التغيرات الطبيعية والكيميائية تسمى بالتغيرات الموسمية seasonal changes . وهذه التغيرات تؤدي في النهاية إلى وصول الثمار إلى مرحلة النضج. وأهم التغيرات الطبيعية physical changes التي تحدث هي زيادة حجم ووزن الثمار المختلفة أثناء مراحل النمو والنضج، وكذلك التغيرات في الشكل والصلابة. وأهم التغيرات الكيميائية chemical changes هي حدوث تغيرات واضحة في ألوان الثمار. حيث إن الثمار في بداية حياتها يغلب عليها اللون الأخضر، نظرا لوجود صبغات الكلوروفيل، ثم يختفي بعد ذلك تدريجيا اللون الأخضر وتحل محله الألوان الأخرى المميزة للصنف. ويغلب وجود الصبغات الكاروتينية التي تعطي الألوان الصفراء والبرتقالية للثمار وكذلك صبغات الأنثوسيانين والأنثوزانثين التي تعطي الألوان الحمراء والزرقاء والبنفسجية.

وبجانب ذلك تحدث تغيرات في المواد الكربوهيدراتية، حيث يتحول النشا إلى سكر وبذلك تزداد حلاوة الثمار كلما قاربت من النضج. وبالنسبة للمواد البكتينية التي لها علاقة كبيرة بصلابة الثمار، نجد أنها تزداد نسبتها في الثمار حتى تصل إلى مرحلة اكتمال النمو. ثم تظل نسبتها ثابتة تقريبا، لكن تزداد كمية البكتينات الذائبة (البكتين) على حساب البكتينات غير الذائبة (البر وتوبكتين)، وبذلك تزداد طراوة وليونة الثمار. كما يحدث أيضا نقص في نسبة المواد التانينية والحموضة باستمرار أثناء نمو ونضج الثمار، حيث يؤدي اختفاء الطعم القابض في ثمار الكاكي والبلح إلى وصول الثمار إلى مرحلة النضج. وبالنسبة للثمار المحتوية على نسبة مرتفعة من الزيت، مثل الزيتون والأفوكادو، فهذه تزداد نسبة الزيت باستمرار في ثمارها حتى ميعاد جمع الثمار.

بجانب التغيرات السابقة يصاحب نمو ونضج الثمار تغيرات هامة في عملية التنفس respiration وهذه التغيرات مرتبطة إلى حد كبير بأطوار نمو الثمار. فقد وجد أن معدل عملية التنفس يكون مرتفعا في جميع الثمار خلال مرحلة انقسام الخلايا، ثم يقل بعد ذلك خلال مرحلة كبر الخلايا وازديادها في الحجم ويستمر هذا المعدل في

جدول (٤ , ٧) . محتوى بعض محاصيل الفاكهة والخضر من فيتامين (C).

النـــوع	كمية فيتامين C*	الترتيب**
أولا : ثمار الفاكهة		
العناب	٥٦١ ـ ٧٦٤	١
الفراولة	٥٩	٢
البرتقال	٤٥	٣
الليمون	٣٧	٤
المانجو	٣٥	٥
الزبدية	١٤	٦
الموز	١٠	٧
المشمش	١٠	٧
التفاح	٧	٨
العنب	٤	٩
ثانيا : الخضر		
البقدونس	١٥٠	١
الفلفل	١٢٨	٢
الكرنب	٤٧	٣
الشمام	٣٣	٤
البامية	٣١	٥
الطماطم	٢٣	٦
قرع الكوسة	٢٢	٧
البطاطا	٢١	٨
البسلة	٢١	٨
البطاطس	٢٠	٩
الثوم	١٥	١٠
البصل	١٠	١١
الجزر	٨	١٢
الخس	٨	١٢
البطيخ	٧	١٣
الباذنجان	٥	١٤

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

*** مجم لكل ١٠٠ جرام وزن رطب.**

**** ترتيب نسبة فتيامين C حسب المحتوى.**

الانخفاض خلال طور اكتمال نمو ونضج الثمار، كما هو الحال في ثمار الموالح، والعنب، والتين، والفراولة والخيار والشمام. وهناك أنواع أخرى من الثمار يحدث فيها زيادة مفاجئة في سرعة التنفس، في المرحلة الأخيرة، وتصل أقصاها عند طور اكتمال نضج الثمار. ويطلق على هذه الزيادة اسم «ظاهرة تنفس النضج» أوذروة التنفس climacteric . وهذه تحدث في ثمار التفاح والكمثرى والموز والمشمش والبرقوق والأفوكادو والمانجو والطماطم.

هناك عوامل عديدة تؤثر على اختلاف سرعة تنفس الثمار أهمها: الصنف، العمليات الزراعية، درجات الحرارة، تركيز ثاني أكسيد الكربون، الأكسجين، والأضرار الميكانيكية خلال عمليات جمع وإعداد الثمار. ومن المعروف أن العوامل التي تؤخر من وصول الثمار إلى ذروة تنفسها هي أساس عمليات التخزين لإطالة حياة الثمار، إذ أن وصول الثمار إلى مرحلة ذروة التنفس climacteric يعني بداية النهاية في حياة الثمار (Pantastico, 1975).

(٥, ١, ٧) صفات الجودة Standards of Quality

يمكن ان [illegible] جودة منتجات المحاصيل البستانية، بعدة مدلولات تختلف من **محصول لآخر ومن بلد لآخر. وقد قسم Kramer و Twigg (١٩٧٠م) صفات الجودة** للمحاصيل البسـ[illegible] المختلفة إلى ٣ مجموعات، صفات كمية: وهي تشمل المحصول والوزن وصفات غير محسوسة: وهي تشمل القيمة الغذائية وصفات محسوسة: وهي تشمل اللون، الحجم، النكهة والقوام وغيرها.

وتتلخص صفات الجودة في التالي:

١ - المظهر Appearance

ويقصد به مظهر الثمار وتأثيرها على المستهلك قبل أن يتذوقها. ومن أهم مكونات المظهر نضارة الثمار وعدم ذبولها ودرجة البريق واللمعان.

٢ ـ الشكل Shape

وهو من الصفات الهامة حيث يعتبر انتظام الشكل في معظم ثمار الفاكهة والخضر، من أهم صفات الجودة. حيث إن وجود بعض التشوه الخارجي في الشكل يقلل من جودة الثمار بدرجة كبيرة.

٣ ـ الحجم Size

تختلف الحجم اختلافا كبيرا حسب الصنف والنوع وكذلك حسب رغبة المستهلك. فمثلا تفضل الأحجام الصغيرة في الخيار والباميا، بينما تفضل الأحجام الكبيرة في الشليك والثوم.

٤ ـ اللون Colour

اللون له تأثير كبير في تقدير جودة المحصول وفي إقبال المستهلك على الثمار أو عدمه، وخاصة في ثمار التفاح، والموالح، والطماطم وغيرها. ويقال إن «المستهلك يأكل بعينيه قبل فمه».

٥ ـ درجة الصلابة Firmness

وهي تعبر عن مقياس النضج الاستهلاكي، وهي تختلف باختلاف نوع الثمار. وتعتبر في بعض ثمار الفاكهة والخضر من أهم الأدلة لتحديد مدى نضج أو عدم نضج الثمار.

٦ ـ الرائحة Odour

تتميز معظم ثمار الفاكهة وبعض ثمار الخضر برائحة مميزة، بسبب وجود بعض المركبات العضوية الطيارة. وهذه المواد ترتبط ارتباطا كبيرا بمدى نضج الثمار، حيث تعتبر من الدلائل الهامة لنضج الثمار ولجودة المحصول.

٧ ـ الطعم Taste

ويعزى الطعم إلى التأثير الذي يحدث لمراكز الإحساس في الفم نتيجة لوجود بعض المواد الكيميائية المعينة. وهناك إحساسات مختلفة للطعم منها: الطعم القابض وهذا راجع إلى وجود المواد التانينية، الطعم الحلو، وهذا راجع إلى وجود المواد السكرية، الطعم الحمضي وهذا راجع إلى وجود الأحماض العضوية المختلفة

وهكذا . . ويعتبر الطعم من أهم عناصر الجودة في ثمار المحاصيل البستانية والتي تهم المستهلك بالدرجة الأولى .

٨ ـ القيمة الغذائية Nutritive value

تعتبر ثمار الفاكهة والخضر المختلفة ذات قيمة غذائية عالية ، إلا أنها ليست ذات أهمية كبيرة لدى المستهلك ، عند تقديره لصفات الجودة للمحاصيل المختلفة .

(٦ , ١ , ٧) جمع ثمار الفاكهة والخضر Harvesting

الجمع أو الحصاد هو عملية فصل الثمار من الأشجار أو النباتات بعد أن تصل إلى مرحلة النضج المناسبة لذلك .

أولاً : موعد الجمع Time of harvesting

يعتبر تحديد الموعد المناسب لجمع ثمار الفاكهة والخضر من العوامل الهامة جدا لضمان وصول المنتجات البستانية إلى المستهلك بحالة جيدة ، دون الإقلال من صفات جودتها ، وقابليتها للتداول والتخزين . وبالنسبة لثمار الفاكهة ، فإن جمعها قبل وصولها إلى مرحلة تمام النمو أو النضج يسبب أضرارا كبيرة للثمار ، من أهمها عدم وصول الثمار إلى حجمها الطبيعي ، وعدم تلوينها بالدرجة المرغوبة ، كما يؤدي إلى تجعد الثمار وتغير طعمها ، بينما يؤدي التأخير في جمع ثمار الفاكهة إلى فسادها بسرعة وعدم تحملها للنقل والتخزين .

أما بالنسبة لثمار الخضر فيحصد بعضها عندما تصل إلى تمام النضج ، مثل ثمار الطماطم والبطيخ والشمام والفراولة ، بينما تحصد محاصيل أخرى قبل درجة اكتمال نضجها مثل قرع الكوسة ، الخيار ، الباميا والفاصوليا . وهناك أيضا ثمار خضر يتم حصادها في طور معين مثل الخضر الورقية حيث تحصد قبل وصولها إلى مرحلة الإزهار ، مثل الخرشوف والقرنبيط . كما أن هناك محاصيل أخرى يمكن حصادها في أي وقت من أطوار نموها وعندما تصل إلى الحجم المناسب ، ومثال ذلك الجزر والبطاطس . ويتوقف

تحديــد طور الحصــاد المنـاسب لمحـاصيـل الخضـر المختلفـة إلى حد كبير على نوع المحصول، ذوق المستهلك، وبعد أو قرب الأسواق، وتوفر وسائل النقل والتخزين.

ثانيًا: دلائل الجمع Indicators of harvesting

تختلف الدلائل التي تستخدم في جمع ثمار الفاكهة والخضر والتي يمكن ع ـ طريقها الحكم على صلاحية الثمار للجمع حسب طبيعة الثمرة سواء كانت ثمرة حقيقية أو ثمرة غير حقيقيــة (جـذور ـ سيقـان ـ أوراق) وهنـاك عدة دلائـل يمكن استخـدامهـا لهذا الغرض أهمها:

١ ـ اللون colour. وهـو يتحـدد باختفـاء اللون الأسـاسي للثـمار وظهـور الألوان الأخـرى المميـزة للصنف. ويمكن تقـديـر اللون بالعـين المجـردة أو باستخدام أجهزة خاصـة. ويمكن أيضـا استخـدام لون اللب أو لون البذور كدليل للجمع. ويستخدم اللون في جمع ثمار الموالح، والتفاح والكمثرى، والموز، والطماطم، والفراولة.

٢ ـ العمر age. وهو عبارة عن الوقت الذي يمضي من اكتمال تفتح الأزهار حتى ميعـاد جمع الثـمار. ويختلف هذا العمر باختلاف الأنواع والأصناف. ويستخدم في جمع ثمار الخوخ (٩٠ ـ ١٣٠ يومًا)، التفاح (١٢٥ ـ ١٥٠ يومًا) وكذلك في جمع ثمار بعض محاصيل الخضر مثل القرع والخيار.

٣ ـ الحجم size. يستخـــدم كدليـل لوصـول الثـمار إلى مرحلة تمام نمـوهـا وهـو يستخـدم بكثـرة في جمع ثمار الليمـون الأضـاليـا، كما يستخـدم بكثرة أيضا في جمع ثمار الخيـار، والكـوسـة، والبـاميـا ومعظم الخضر الورقية، مع ملاحظة أن حجم الثمار يتأثر بعوامل عديدة من أهمها: كمية المحصول، الحالة الغذائية للنبات وغير ذلك.

٤ ـ الشكـل shape. يتغـير شكـل ثمار بعض أنـواع الفـاكهة والخضر بتقدمها في العمـر. فثـمار المـوز تستدير أصابعها بعد أن كانت مضلعة، وكذلك تميل ثمار الكمثرى إلى الاستدارة، وهكذا، كما يتغير شكل الخس والكرنب، حيث يتم التفاف الأوراق، ويتغير شكلها عند وصولها إلى ميعاد النضج.

٥ ـ درجة الصلابة firmness. تقل درجة صلابة الثمار بتقدمها في العمر ـ ويمكن تحديـد الـوقت المنـاسب للجمـع عن طريق تقـديـر الصـلابة، إما بالضغط على الثمار

باليد، أو باستخدام أجهزة خاصة تسمى pressure tester ، ويستخدم هذا الدليل في جمع ثمار المانجو والكمثرى والتفاح والقاوون والخيار، وكذلك في بعض الخضر الأخرى مثل البسلة والفاصوليا.

٦ ـ التغيرات في المكونات الكيماوية **change in chemical components** .

(ا) النشا starch . يحدث أثناء نمو بعض الثمار، وحتى ميعاد نضجها، نقص واضح في نسبة النشا، حيث يتحول إلى سكريات ذائبة ـ فعند وصول نسبة النشا إلى درجة معينة تجمع الثمار كما في ثمار التفاح.

(ب) المواد الصلبة الذائبة الكلية total soluble solids, TSS . وهي تشمل جميع المواد الصلبة الذائبة في العصير الخلوي وأهمها السكريات. ولكل صنف من أصناف الفاكهة نسبة معينة من (TSS) تصل إليها عند مرحلة النضج. وبتقدير هذه النسبة يمكن تحديد الوقت المناسب للجمع. وتستخدم في تقديرها أجهزة خاصة تسمى هيدرومتر الكثافة (hydrometer) والرفراكتومتر (refractometer)ويستخدم هذا الدليل في جمع ثمار العنب وبعض ثمار الخضراوات مثل الشمام والقاوون.

(جـ) نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحموضة (TSS/Acidity) . وهذه تقدر بقسمة النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) على النسبة المئوية للحموضة ـ ولكل نوع من ثمار الفاكهة نسبة معينة يمكن الاستدلال بها لجمع الثمار ـ ففي ثمار البرتقال تكون النسبة (١/٨) أو (١/٧) أما في اليوسفي فتكون (١/١١).

(د) النسبة المئوية للزيت (Oil %) . تزداد النسبة المئوية للزيت في ثمار الزيتون والأفوكادو حتى تصل إلى أقصي نسبة لها عند تمام نضج الثمار. وعندما تصل هذه النسبة إلى أقصي حد لها يمكن جمع الثمار.

وبالنسبة لمحاصيل الخضر هناك بعض الأدلة الخاصة مثل ذبول الأوراق وجفافها كما هو الحال في البصل والثوم، سهولة انفصال الثمرة عن العنق كما في ثمار القاوون، أو موت المحلاق القريب من عنق الثمرة كما في ثمار البطيخ.

وعمـومـا يفضـل في مثل هذه الحالات (نظرا لأهمية عمليات الجمع في الوقت المنـاسب) الاعتـماد على الخـبرة والمـران، وعلى الحكم الشخصي للمـزارع وعلى دليل أو أكثر من الأدلة السابقة (مرسي وآخرون ١٩٦٠م).

ثالثًا: طرق الجمع Methods of harvesting

تعتبر عملية الجمع أو الحصاد أولى عمليات الإعداد. وهذه الخطوة يجب العناية بها بصفـة أسـاسيـة، حيث إن لها تأثـيرا مبـاشرا على جودة المحصول وقابليته للحفظ والتداول، خلال مراحل الشحن والتسويق. وقد حدث تطور كبير في السنوات الأخـيرة في طرق جمع ثمار الفـاكهة والخضر، حيث استخدمت آلات في الجمع تناسب كل محصول، مما قلل من مصاريف الجمع، كما سهلت من إجراء هذه العملية.

وتختلف طرق الجمع باختلاف نوع المحصول:

١ - الفاكهة. تجمع ثمار الفاكهة بعدة وسائل تختلف باختلاف نوع الفاكهة وحجم الأشجـار. فقـد تجمـع الثـمار بالأيدي كما في حالة المشمش والخوخ أو تجمع باستخدام مقصات خاصة للجمع كما هو الحال في ثمار العنب والموالح والتفاح والكمثرى. أو تجمع بضرب الأفرع الرئيسية للأشجار بمضارب من المطاط كما في حالة ثمار النقل الجافة مثل الجوز والبيكان واللوز. أو تستخدم الآلات الحديثة في جمع الثمار المختلفة.

٢ - الخضـر. تختلف طرق جمع الخضـر باختـلاف نوع المحصـول. فقـد تقلع النبـاتـات بالكامل من التربة كما في حالة المحاصيل الجذرية والدرنية والبصلية وبعض محاصيـل الخضـر الـورقيـة مثل السبانخ. أو قد تقطع النباتات عند سطح التربة كما هو الحال في محاصيل الكرنب والخس. أو تجمع الثمار فقط على عدة دفعات، كما هو الحال في محاصيـل الخضـر الثمـريـة مثل الطماطم والفلفل والباذنجان، وقرع الكوسة والخيار والبطيخ وغيرها. وقد تحولت عملية الحصاد اليدوي إلى الحصاد الآلي خاصة في أوروبا وأمريكا.

رابعًا: طرق التجهيز والتعبئة Methods of preparing and packing

١ - الفاكهة

تمر ثمار الفاكهة بعد جمعها بعدة عمليات لتجهيزها للتسويق والشحن والتخزين. وهذه العمليات تجرى في بيوت خاصة تسمى بيوت التعبئة (packing houses). وليس من الضروري أن تمر جميع الثمار بهذه الخطوات. فقد لا تتحمل بعض الثمار عمليات معينة مثل الغسيل، كما هو الحال في ثمار التين. كما أن طريقة الفرز تختلف في ثمار الموالح عنها في ثمار الكمثرى. وبصفة عامة فإن أهم عمليات تجهيز الثمار يمكن تلخيصها في التالي:

(ا) التهيئة curing . وهي عبارة عن وضع الثمار في مكان ظليل لعدة أيام، حتى تفقد الثمار بعض رطوبتها، وبالتالي تتحمل العمليات التى تجري عليها بعد ذلك.

(ب) الفرز المبدئي pre-grading . ويجري لاستبعاد الثمار المصابة بالأمراض والحشرات، أو الثمار المختلفة في حجمها، وشكلها، عن الثمار العادية. وتجري هذه العملية بواسطة عمال مدربون في الحقل.

(جـ) التنظيف cleaning . يجري لإزالة الأتربة والمواد العالقة بالثمار، وذلك إما بالمسح الجاف، أوباستخدام فرش ناعمة، أوعن طريق غسيل الثمار، بغمرها أو تعريضها لرذاذ من الماء كما في حالة ثمار الموالح والتفاح والكمثرى.

(د) التطهير disinfecting . ويجري لتطهير الثمار من الجراثيم العالقة بها وذلك لحمايتها من الفساد. ويستخدم في هذه الحالة مواد مطهرة خاصة من أهمها: البوراكس، برمنجنات البوتاسيوم أو هيبوكلوريت الصوديوم. ويشترط في هذه المواد ألا تكون سامة للإنسان، ولا تؤثر على طعم أو لون الثمار، بالإضافة إلى تأثيرها السام على الكائنات الضارة بالثمار.

(هـ) التجفيف drying . يجري بعد غسيل الثمار وتطهيرها وذلك لإزالة الماء العالق بالثمار عن طريق تعريضها لتيار من الهواء الساخن.

(و) التشميع والتلميع waxing and polishing . ويقصد به تغطية الثمار بطبقة رقيقة من الشمع، لتقليل فقد الماء من الثمار عن طريق عملية النتح،

ولإكساب الثمار مظهرا جذابا. وهي تجري، إما بواسطة رش الثمار بمستحلب شمعي خاص، أو بغمر الثمار في المستحلب الشمعي لعدة ثواني، أو بواسطة استخدام فرش خاصة. وهناك عدة أنواع من الشموع تستخدم لهذا الغرض من أهمها: شمع البرافين، شمع الكارنوبا أو خليط منهما، كما قد تستعمل مركبات شمعية جاهزة.

(ز) الفرز النهائي والتدريج grading. تفرز الثمار إلى مجموعات متشابهة في الخواص والأحجام مع استبعاد الثمار المخدوشة أو التالفة. وتقسم الثمار إلى درجات حسب الحجم أو الوزن، وخواص تلوينها. ويمكن قبل عملية التعبئة إجراء عمليات إنضاج صناعي لبعض ثمار الفاكهة والخضر سوف يأتي ذكرها فيما بعد.

(ح) التغليف واللف wrapping. وتجري بغرض تقليل فقد الماء من الثمار. وللحد من انتشار الأمراض الفطرية، بين الثمار وبعضها. وتلف كل ثمرة على حدة، باستخدام أوراق لف مخصوصة، يكتب عليها أحيانا بعض المعلومات الخاصة بالصنف ومكان التجهيز وتاريخه، وخلاف ذلك.

(ط) التعبئة packing. وهي عملية وضع الثمار بعد تجهيزها في العبوات الخاصة بها. وهي تعتبر آخر مرحلة من مراحل تجهيز الثمار. وتختلف العبوات حسب نوع المحصول. ويجب أن تكون هذه العبوات سهلة التداول وخفيفة ويوجد بها فتحات للتهوية ولا تكون عميقة أكثر من اللازم. وهناك العديد من أنواع العبوات التي تستخدم في تعبئة الثمار من أهمها: الصناديق الخشبية، الصناديق الورقية، الأكياس، السلال والأقفاص وغيرها. وهذه العبوات لها أحجام ومقاسات مختلفة حسب نوع الثمار ومسافة النقل وغير ذلك.

٢ ـ الخضر

بالنسبة لمحاصيل الخضر، تجري عليها أيضًا عمليات فرز وتدريج وتعبئة كالتالي:

(أ) **الفرز والتدريج grading** . يفضل في محاصيل الخضر إجراء عمليات الفرز على دفعتين، أثناء تجهيز الثمار للتسويق. حيث يجري فرز مبدئي في الحقل، أو في بيوت التعبئة. وفيه تستبعد الثمار المصابة بأي إصابة حشرية أو مرضية، وكذلك الثمار المجروحة أو المشوهة وغير المطابقة للصنف، ثم بعد أن يتم غسيل الثمار أو تنظيفها وتدريجها، يجري الفرز النهائي، للتأكد من خلو الثمار من جميع العيوب. ويقوم بالفرز عمال مدربون، وبعناية وبسرعة.

وبعد ذلك يتم تدريج الثمار حسب الحجم، وقد تقسم الثمار إلى ٣ أحجام أو أكثر، على أن تكون هناك حدود واضحة لكل حجم، حتى يمكن وضعها في مجموعات متجانسة من حيث الحجم والدرجة التجارية. وقد يجري التدريج آليا، كما في حالة البطاطس والبصل، أو يدويا كما في معظم محاصيل الخضر الأخرى.

وقد تحتاج بعض محاصيل الخضر إلى معاملات تجهيز خاصة قبل تعبئتها. والغرض الأساسي لهذه المعاملات إطالة عمر الثمار وزيادة تحملها للتسويق أو لتحسين خواصها. ومن هذه المعاملات غسيل الثمار بالمحاليل المنظفة أو المطهرة، وكذلك عمليات التشميع والتلميع لإكساب الثمار شكلا جذابا، علاوة على إطالة حياة الثمار، عن طريق تقليل النتح. كما تحتاج بعض محاصيل الخضر مثل الخس والسبانخ والبسلة إلى عملية تبريد أولى، لإزالة الحرارة الكامنة نظرا لحساسية هذه الثمار وسرعة التحولات الكيميائية التي تحدث بها بعد عملية الحصاد (مرسي وآخرون ١٩٦٠م).

٢ ـ التعبئة packing . تجري عملية التعبئة لمحاصيل الخضر المختلفة، إما في الحقل، أو في بيوت تعبئة خاصة، مجهزة بالآلات اللازمة لعمليات الفرز والتجهيز والتعبئة آليا. وهناك عبوات مختلفة تستخدم في تعبئة محاصيل الخضر المختلفة مثل الأقفاص، والسلال، والأكياس والصناديق الكرتون،

والصناديق الخشبية، والأكياس الشبكية، وأكياس البولي إثيلين، والعلب الكرتون، وغيرها.

خامسًا: طرق النقل Transportation

يجب العناية بتوفير وسائل النقل المبردة لنقل المحاصيل البستانية المختلفة من أماكن إنتاجها إلى أماكن استهلاكها. وتعتبر عملية النقل ذات أهمية كبيرة في تسويق ثمار الفاكهة والخضر، لأنها حلقة لا تنفصل عن سلسلة التسويق، كما أن لها آثار هامة على جودة وأسعار الثمار المختلفة. وتتم عمليات النقل باستمرار وعلى عدة مراحل، وذلك عن طريق العربات أو السكك الحديدية، أو السفن أو الطائرات. ويقتضي الأمر في كثير من الأحيان تبريد هذه المحاصيل أثناء النقل، وخاصة إذا طالت فترة الشحن، وفي المناطق ذات الجو الحار. ويراعى في عمليات النقل سواء كان لمسافات قصيرة أو بعيدة السرعة والكفاءة في إتمامها، كما ازداد خلال السنوات الأخيرة النقل الجوي لثمار الفاكهة والخضر بواسطة الطائرات بسبب الرغبة في الحصول على أسعار مرتفعة. إلا أن هذه الطريقة مكلفة.

ولتنظيم التسويق وتقليل الفقد من التالف أنشئت عدة مستودعات للتبريد في مناطق مختلفة من المملكة، لحفظ المنتجات الزراعية لحين استهلاكها. وهذه المستودعات منتشرة في الرياض، وجدة، والدمام وقد ازدادت طاقتها زيادة كبيرة خلال السنوات الأخيرة.

سادسًا: التلوين والإنضاج الصناعي للثمار coloring and artificial ripening

تجمع ثمار بعض المحاصيل البستانية بعد وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج البستاني، وقبل النضج الفسيولوجي، ثم يتم إنضاجها أو تلوينها صناعيا قبل عرضها على المستهلك. ويقصد بالتلوين الصناعي (coloring) إزالة اللون الأخضر من الثمار لإكسابها ألوان جذابة وهذه الثمار تكون تامة النمو فسيولوجيا إلا أنها تحتفظ بلونها الأخضر. ويستخدم في هذه العملية تعريض الثمار لغاز الإيثيلين بتركيز جزء واحد من

الغاز لكل ٥٠٠ ـ ٥٠٠٠ جزء من الهواء على درجة ٢١ ـ ٢٩°م ورطوبة نسبية من ٨٥ ـ ٩٠٪. وتختلف مدة المعاملة حسب درجة تمام نمو الثمار وحسب الصنف. وتجري هذه الطريقة في تلوين ثمار البرتقال أبوسرة والبرتقال الفالنشيا والطماطم.

أما الإنضاج الصناعي (artificial ripening) فيجري أساسا لتنشيط العمليات الحيوية بالثمار لتشجيع وصولها إلى مرحلة النضج وإكسابها صفات جودة عالية. وأهم أغراض الإنضاج الصناعي هي التسويق المبكر للثمار من موعد جمعها، وتنظيم عمليات التسويق وتسهيل الشحن والتداول والتصدير بالإضافة إلى تحسين خواص الثمار وتقليل مصاريف الجمع.

وهناك عدة طرق يمكن استخدامها في الإنضاج الصناعي لثمار المحاصيل البستانية المختلفة أهمها:

١ ـ **استخدام المواد الكيميائية**. وهي من الطرق القديمة، وفيها تستخدم بعض المحاليل الملحية، أو الخل، أو ماء الجير. كما هو الحال في معاملة ثمار البلح البسر بالخل، أو المحاليل الملحية سواء باردة أو ساخنة أو استخدام بنزوات الصوديوم أو خلات الصوديوم ـ إلا أن استخدام هذه المواد غير مرغوب فيه، حيث يترك أثرا على طعم ورائحة الثمار.

٢ ـ **استخدام الحرارة**. يمكن الإسراع في إنضاج الكثير من الثمار عن طريق تعريضها لدرجات حرارة ورطوبة نسبية مرتفعة ومن أمثلة ذلك:

(أ) **طريقة الكمر**. وفيها توضع الثمار في صناديق، مع تغطيتها بالقش أو النخالة أو الحشائش الجافة، لعدة أيام بهدف الاحتفاظ بالحرارة الحيوية الناتجة عن تنفس الثمار، مما يساعد على سرعة نضجها. وتستخدم هذه الطريقة في إنضاج ثمار الموز، والمانجو، والقشدة، والباباظ، والكمثرى والطماطم في المنازل.

(ب) **استخدام المواقد العادية**. وتستخدم مواقد الكيروسين أو مواقد الفحم داخل غرف صغيرة محكمة. ويرجع تأثير هذه العملية إلى الغازات الناتجة

من الاحتراق بالإضافة إلى تأثير درجات الحرارة العالية ـ وذلك كما في إنضاج ثمار الموز والكمثرى.

(جـ) **استخدام المواقد الكهربائية**. وتستعمل مواقد كهربائية خاصة لرفع درجة حرارة غرف الإنضاج المحكمة. وتتراوح درجة الحرارة في غرف الإنضاج من ١٥,٥ ـ ٢٦,٥°م، ودرجة الرطوبة النسبية من ٨٥ ـ ٩٠٪. وهذه الطريقة تستخدم حاليا بكثرة لإنضاج ثمار الموز.

٣ ـ **استخدام الغازات**. تستخدم بعض الغازات الهيدروكربونية غير المشبعة مثل الإيثيلين والأستيلين، في حجرات خاصة محكمة. ويكون تركيز الغاز في هذه الغرف بتركيز جزء واحد من الغاز إلى ١٠٠٠ جزء من الهواء. والمدة اللازمة للإنضاج من ٢ إلى ٤ أيام، حسب درجة اكتمال نمو الثمار، وتستخدم هذه الطريقة في إنضاج ثمار الموز والكاكي والطماطم والشمام وغيرها.

٤ ـ **استخدام المواد المنظمة للنمو**. أمكن تشجيع إنضاج ثمار بعض أنواع المحاصيل البستانية مثل الموز، الكمثرى، الطماطم، باستخدام المواد المنظمة للنمو مثل 2,4,5 - T و NAA, 2,4 - D بتركيزات من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ جزء في المليون. إلا أن هذه الطريقة لم تستخدم على نطاق تجاري واسع حتى الآن.

(٧,١,٧) تخزين ثمار الفاكهة والخضر Storage of fruits and vegetables

يقصد بعملية التخزين حفظ الثمار طازجة بحالتها الجيدة بغرض استهلاكها أو بيعها في وقت متأخر عن موعد جمعها. ومن أهم أغراض التخزين:

١ ـ تسهيل عمليات شحن الثمار، من أماكن إنتاجها إلى أماكن استهلاكها، بحيث تصل الثمار إلى المستهلك بحالة جيده.

٢ ـ تنظيم تسويق المحصول، حيث يمكن تخزين الثمار في حالة زيادة المعروض منها ثم مد الأسواق بكميات تتناسب مع احتياجات وطلب السوق.

٣ ـ إطالة فترة مكث الثمار بالأسواق بعد انتهاء موسم جمعها كما هو الحال في ثمار التفاح والكمثرى وغيرها.

وهناك عدة طرق يمكن استخدامها لتخزين ثمار المحاصيل البستانية، ومن أهمها:

١ ـ التخزين في الحقل Field storage

ويقصد به تخزين الثمار في الحقل قبل جمعها. وهناك عدة وسائل يمكن اتباعها لذلك منها التخزين في التربة، حيث يترك المحصول في التربة إلى حين بيعه بعد فترة معينة، كما هو الحال في البطاطس والقلقاس. أو قد تجمع الثمار ثم تترك في مكان ظليل جيد التهوية، كما هو الحال في تخزين ثمار الموز والدرنات مثل البطاطس، وكذلك البصل والثوم. كما يمكن التخزين في حفر (pits) في التربة حيث تخزن فيها الثمار كما في الليمون البلدي. ويستخدم في تخزين بعض ثمار الفاكهة طريقة أخرى تسمى التخزين على الأشجار (storage on trees) ويقصد بها ترك الثمار على الأشجار، وعدم قطفها بعد النضج، وذلك كما في أشجار الموالح، والرمان والبلح. وقد أمكن بهذه الطريقة حفظ الثمار على الأشجار لمدة لا بأس بها. وتعتبر طرق التخزين السابقة من أرخص الطرق، إلا أن فترة التخزين قصيرة ولا يمكن الاعتماد عليها.

٢ ـ التخزين في غرف مهواة Common storage

وفي هذه الطريقة يخزن المحصول في غرف مهواة، ولمدة قصيرة نسبيا، مع مراعاة عدم تعريض المحصول خلال التخزين لضوء الشمس المباشر، كما في تخزين ثمار البطيخ والليمون الأضاليا والموز. وتعتمد هذه الطريقة على استغلال درجات الحرارة الجوية لتبريد وخفض درجة حرارة المخزن. وهي لا تصلح إلا في المناطق التي تنخفض فيها درجة الحرارة لحد مناسب، يصلح لتقليل العمليات الحيوية بالثمار. إلا أنه يعاب على هذه الطريقة عدم إمكانية التحكم في درجات الحرارة داخل المخزن.

٣ ـ التخزين المبرد Cold storage

وهو يعتبر أكفأ الطرق وأفضلها، حيث يمكن بواسطته حفظ المحصول المبرد لفترة طويلة، مع احتفاظ الثمار بمعظم خواصها الطبيعية والكيميائية بعد التخزين. ويجري عن طريق:

(أ) **التبريد الطبيعي**. في هذه الطريقة يمكن أن تستخدم قطع من الثلج، توضع كاملة أو مجزأة بين الثمار، لخفض درجة حرارتها. وهي تستخدم بصفة خاصة مع محاصيل الخضر. كما يمكن استخدام الثلج الجاف، وهو لا يترك آثارا كما في حالة الثلج العادي. وتستخدم هذه الطريقة في نقل وتخزين الخضر والفاكهة لفترة قصيرة.

(ب) **التبريد الميكانيكي**. وتعتمد هذه الطريقة على استخدام بعض السوائل الخاصة التي تمتص عند تبخرها جزءا من حرارة الهواء المحيط بها. كما تمتاز أيضا بسهولة تحويلها إلى الحالة الغازية وسهولة انتشارها، مثل: الفريون بجميع مركباته، النشادر، كلوريد الميثيل. ويتحكم في درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل غرف التبريد الخاصة. ويستخدم لهذا الغرض أجهزة خاصة للتحكم في درجات الحرارة، والرطوبة النسبية، حتى لا تحدث أضرار للمحاصيل المخزنة. كما أن لهذه المخازن شروط خاصة يجب مراعاتها، وتختلف درجة حرارة التخزين ودرجة الرطوبة النسبية ومدة التخزين حسب نوع المحصول (جدولا ٧,٥ ، ٧,٦).

٤ ـ التخزين في جو هوائي معدل Modified atmoshpere storage

وهي عبارة عن تخزين الثمار في غرف مبردة نسبيا، ومعدل فيها محتويات الهواء من الغازات، بحيث تقل نسبة الأكسجين وتزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون. وهذه التغيرات في تركيز الغازات في الهواء المحيط بالثمار يؤدي إلى خفض سرعة عملية التنفس في الثمار وتؤخر من وصولها إلى مرحلة النضج. ومن فوائد استخدام هذه الطريقة، الاستغناء عن استعمال درجات حرارة منخفضة، مما يقلل من التكاليف. كما أنها تؤدي إلى التغلب على بعض الأمراض الفسيولوجية وأمراض البرودة الأخرى التي تصيب الثمار أثناء تخزينها على درجات حرارة منخفضة.

ويمكن إتباع نظام يستخدم فيه مجموع (O_2 . CO_2) بنسبة ٢١٪ أو نظام يستخدم فيه مجموع (O_2 . CO_2) أقل من نسبة ٢١٪.

٥ ـ التخزين بالتجميد Freezing

يمكن تخزين ثمار بعض أنواع الفاكهة والخضر عن طريق تجميدها على درجة حرارة منخفضة من (ـ ١٨°م إلى ـ ٤٦°م)، وهذه الدرجة المنخفضة من الحرارة توقف نشاط الإنزيمات وعملية التنفس. وعادة تعرض الثمار، قبل تجميدها، إلى درجات حرارة مرتفعة ولمدة قصيرة، لسرعة إيقاف نشاط الإنزيمات. ولنجاح عملية التخزين بالتجميد، لابد من اختيار الأصناف والأنواع المناسبة التي تصلح معها هذه الطريقة. ومن أمثلة الفواكه والخضر التي يمكن تجميدها: أصناف العنب، والبرقوق، والخوخ، والفراولة، والأسبرجس، والبسلة والفاصوليا.

وهناك طريقة أخرى يمكن بها تجفيف الثمار ثم بعد ذلك تجمد وتسمى dehydrofreezing وفي هذه الطريقة تقل محتويات الثمار من الماء ولذلك تقل مصاريف النقل والشحن، ومن الفواكه التي تصلح معها هذه الطريقة، شرائح التفاح كما تصلح أيضا مع ثمار الطماطم وجذور البطاطا. وقد وجد أن معاملة الثمار بالتجميد يجعل الثمار تحتفظ بلونها ونكهتها وقيمتها الغذائية وحيويتها بدرجة كبيرة بعد فترة التخزين.

٦ ـ التخزين بالتجفيف Drying or dehydration

وتعني هذه الطريقة إزالة الجزء الأكبر من المحتوي المائي للمحصول لإطالة فترة تخزينه. وهذه تؤدي إلى إيقاف نشاط الإنزيمات، وبالتالي إيقاف عملية التنفس، وبذلك يمكن حفظ المحصول لمدة طويلة بدون حدوث أي تلف له. وهناك طريقتين لذلك:

(أ) التجفيف الطبيعي (الشمسي). وفي هذه الطريقة، يجري التجفيف بالاعتماد على أشعة الشمس، وهذه الطريقة لا تصلح إلا في المناطق التي تمتاز بصيف طويل وحار وهي تستخدم في تجفيف العنب، البرقوق، المشمش، التين، الخوخ والكمثرى.

(ب) التجفيف الصناعي. ويجري عن طريق تعريض الثمار لتيار من الهواء الساخن، ودرجة حرارة هذا الهواء تعتمد على نوع المحصول، وعلى كمية الرطوبة

جدول (٧,٥). الظروف المناسبة لتخزين ثمار بعض الفواكه المهمة.

النـــوع	درجات الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	مدة القابلية للتخزين (باليوم)
تفاح	ـ ١ ـ ٤	٨٥ ـ ٩٥	٩٠ ـ ٢٤٠
كمــثرى	ـ ١ ـ ١,٥	٨٥ ـ ٩٠	٣٠ ـ ٢١٠
مشـمـش	ـ ١ ـ صفر	٨٥ ـ ٩٠	٧ ـ ٢٨
برقـــوق	ـ ٥, ـ ١	٨٥ ـ ٩٠	١٤ ـ ٥٦
خـــوخ	ـ ١ ـ صفر	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ٤٩
كريــز	ـ ١ ـ صفر	٨٥ ـ ٩٠	٧ ـ ٢٨
لوز غير مقشور	صفر ـ ٧	٦٠ ـ ٧٥	٣٠٠ ـ ٣٦٠
موز أخضر	١١,٥ ـ ١٤,٥	٩٠ ـ ٩٥	١٠ ـ ٢٠
موز ملون	١٣ ـ ١٦	٨٥ ـ ٩٠	٥ ـ ١٠
عنــب	ـ ١ ـ صفر	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ١٥٠
مانجــو	٤ ـ ٧	٨٥ ـ ٩٠	٢٨ ـ ٤٩
جوافـــة	٧ ـ ١٠	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ٢٨
تـــين	ـ ١ ـ صفر	٩٠	٧ ـ ١٤
أفوكادو	٥ ـ ١٣	٨٥ ـ ٩٠	١٤ ـ ٢٨
رمـــان	١ ـ ٢	٩٠	٦٠ ـ ٩٠
كاكي	١ ـ صفر	٨٥ ـ ٩٠	٣٠ ـ ٦٠
باباظ	٤ ـ ١٠	٨٥ ـ ٩٠	١٤ ـ ٣٥
ثمار النقل	٧	٧٠	٣٦٠
الحمضيات			
برتقـــال	ـ ١ ـ ٧	٨٥ ـ ٩٠	٣٠ ـ ١٨٠
جريب فروت	٤,٥ ـ ١٥,٥	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ٩٠
ليمون مالح	٨ ـ ١٠	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ٥٦
ليمون أخضر	١١ ـ ١٤,٥	٨٥ ـ ٩٠	٣٠ ـ ١٢٠
ليمون ملون	٤ ـ ١٠	٨٥ ـ ٩٠	٢١ ـ ٤٢
يوسفي	٤ ـ ٧	٨ ـ ٩٠	٢١ ـ ٨٤

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

جدول (٦,٧). الظروف المناسبة لتخزين ثمار بعض أنواع الخضر المهمة.

النـــوع	درجات الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	مدة القابلية للتخزين (باليوم)
الهليون	صفر	٩٥-٩٨	٧
الفاصوليا	٤,٥	٩٠-٩٨	١٢
بنجر (شمندر)	صفر-٤,٥	٩٠-٩٥	١٢٠-١٥٠
الملفـــوف	صفر-٤,٥	٩٠-٩٨	١٥٠
الجـــزر	صفر-٤,٥	٩٠-٩٥	١٨٠
القرنبيـــط	صفر	٩٠-٩٨	٣٠-٤٠
الكرفـــس	صفر	٩٠-٩٨	٩٠-١٥٠
الخيـــار	صفر-٤,٥	٩٥-٩٨	١٨-٣٥
الباذنجـــان	صفر	٩٠-٩٥	٢١-٢٨
الخـــس	صفر	٩٥-٩٨	٢١-٢٨
الشمام (غير ناضج)	١٠	٨٠-٩٠	١٤
الشمام (ناضج)	صفر	٨٠-٩٠	٧
البصـــل	صفر	٨٠-٩٥	١٥٠
البسلة الخضراء	صفر	٩٥-٩٨	١٤
الفلفـــل	صفر	٩٥-٩٨	٤٠
الكوســـا	٤,٥-١٠	٥٠-٧٠	١٥٠
الذرة السكرية	صفر	٦٠-٩٨	٢١-٢٨
الطماطـــم (خضراء ناضجة)	١٠-١٥	٩٥-٩٨	٢٨
الطماطم (ناضجة)	٤,٥	٩٥-٩٨	١٠

المصدر: النبوي وآخرون (١٩٧٠م).

به. وقد وجد أن أنسب درجة حرارة لتجفيف ثمار الكمثرى والتفاح هي من ٥٤ إلى ٧٥°م وبالنسبة للبسلة والفاصوليا من ٤٦ إلى ٦٠°م. كما يمكن التجفيف تحت التفريغ، وذلك لسرعة إنهاء عملية التجفيف وفقد الرطوبة والتقليل من حدوث الأكسدة في المكونات الغذائية الهامة وخاصة فيتامين C وتستخدم هذه الطريقة مع ثمار الخوخ والمشمش.

وهناك اعتبارات هامة يجب مراعاتها لضمان نجاح عمليات تخزين ثمار المحاصيل البستانية المختلفة من أهمها:

١ ـ اختيار الظروف المثلى للتخزين من درجات الحرارة والرطوبة النسبية حيث إن هذه المتطلبات تختلف من محصول إلى آخر وحسب أطوار نضج المحصول وغير ذلك.

٢ ـ اختيار الطريقة الملائمة للتخزين نظرا لأن هناك بعض الثمار لا تنجح معها طريقة تخزين معينة، بينما تصلح معها طريقة أخرى.

٣ ـ يجب تنظيف المخزن وتطهيره باستمرار من وقت لآخر لضمان خلوه من الفطريات المختلفة.

٤ ـ ملاحظة المحصول المخزن من آن لآخر، لاستبعاد الثمار الفاسدة حتى لا تنتشر العدوى منها إلى الثمار السليمة.

٥ ـ عدم تخزين محاصيل تنتج مواد طيارة معينة تكسب رائحتها للثمار المخزنة معها مثل البصل والثوم والكرفس والجوافة وغيرها في مخزن واحد.

(٧ ,٢) المحاصيل الحقلية Field Crops

تختلف المحاصيل الحقلية عن المحاصيل البستانية في طرق معاملتها عند النضج وحتى يتم تسويقها بسبب اختلاف طبيعة نموها، والمساحات المنزرعة منها، بالإضافة إلى طرق استعمالها، مما يجعل معاملة كل محصول منها تختلف اختلافا بينا عن المحصول الآخر. ونظرا للأهمية الكبيرة للعمليات التي يتم اجراؤها ابتداء بالنضج وحتى التسويق. فسوف نتكلم عنها بالتفصيل في ثلاث نقاط هي: الحصاد، والإعداد والتخزين.

(١, ٢, ٧) عمليات الحصاد Harvest

يقصد بالحصاد جمع أورفع نواتج المحصول من الحقل في الطور المناسب لنمو النبات، حسب الغرض الذي زرع من أجله. فإذا كان الهدف هوإنتاج العلف الأخضر مثلا كما في حالة البرسيم والدراوة والسورجم والشعير، يتم حصد (حش) المجموع الخضري للنبات، أما إذا كان المحصول الاقتصادي هو البذور مثل محاصيل الحبوب والبقول، فيتم الحصاد بعد اكتمال نمو ونضج الثمار. وقد يكون المحصول الاقتصادي ناتجا كيميائيا كما في حالة السكر والزيوت، وفي هذه الحالة تحصد النباتات عندما تصل نسبة المركب الكيميائي إلى أقصاه في الأجزاء التي يستخرج منها. وإذا كان المحصول ثنائي الغرض، فإنه يجب في هذه الحالة، تحديد الناتج الأساسي الذي سيتم على أساسه الحصاد، حيث قد لا يتوافق الموعد المناسب لكلا الناتجين، كما في حالة أصناف الكتان ثنائية الغرض.

وتحتاج عملية الحصاد إلى خبرة ومهارة من المزارع لتحديد الموعد المناسب لنضج المحصول وحصاده. وتوجد علامات مميزة لنضج كل محصول، تحدد موعد حصاده، والذي يرتبط بدوره بعدد من العوامل هي :

١ ـ استعمالات المحصول Crop use

تحدد استعمالات المحصول موعد الحصاد حيث تحصد محاصيل الحبوب عندما يكتمل نمو الحبوب وتنخفض نسبة الرطوبة فيها عن ٢٠٪ عادة. وكذلك الحال في محاصيل البقول، والتي تزرع من أجل البذور، أما محاصيل الألياف، فتختلف حسب نوعية الألياف. ففي حالة المحاصيل ذات الألياف الثمرية مثل القطن يتم الجمع بعد تفتح الثمار واكتمال تكوين الألياف. بينما في المحاصيل ذات الألياف اللحائية، مثل كتان الألياف، فيتم قطعه قبل اكتمال نضج البذور. إذ يؤدي التأخير في الحصاد إلى رداءة الألياف. وفي محاصيل الأعلاف يتم حش المحصول عقب تكوين المجموع الخضري المناسب كعلف أخضر. أما في حالة الزراعة من أجل إنتاج البذور، فيترك المحصول حتى الإزهار واكتمال نضج الثمار والبذور.

٢ ـ طبيعة النمو النباتي Growth habit

تختلف نباتات المحاصيل في طبيعة وطول موسم النمو، وتمر محاصيل الحبوب بأطوار متشابهة، حتى تصل إلى النضج. ويعتبر وصول النباتات إلى الطور العجيني الجاف للحبوب هو العلامة المميزة للحصاد. ويؤدي الحصاد قبل وصول النباتات إلى نهاية هذا الطور، إلى نقص في المحصول، بالإضافة إلى قلة جودته. كما يؤدي التأخير في الحصاد عن هذا الطور إلى النقص نتيجة انفراط الحبوب وتأثير العوامل الجوية المعاكسة.

في محصول قصب السكر يكون الناتج النهائي هو السكروز. فالحصاد المبكر للقصب غير مرغوب فيه لانخفاض نسبة السكروز في النبات. أما التأخير في الحصاد فيؤدي إلى تحول بعض السكروز إلى سكريات أحادية (عملية التدهور)، الأمر الذي يسبب خسارة في المحصول.

ويعطي الجمع المبكر للقطن رتبا عالية لألياف اللوز المنتج أولا، إلا أن المحصول يكون قليلا مع زيادة في تكاليف الحصاد. بينما يؤدي التأخير في الجمع إلى تعرض الألياف للجو، وفقدانها اللون الزاهي وسقوط الكثير من المحصول على الأرض ونقص رتبته.

وفي محاصيل العلف تحتوي النباتات الصغيرة على نسب أعلى من البروتين إلا أن المحصول يكون قليلا. وعند التأخير في الحصاد تزداد نسبة الألياف في النباتات مما يؤدي إل قلة استساغة الحيوانات لها وتناقص في قيمتها الغذائية. كما يسبب التأخير في الحصاد إلى طول فترة النمو، ونقص في عدد مرات الحش، وبالتالي تناقص الكمية الكلية للمحصول.

٣ ـ المساحة المنزرعة Cultivated area

يتم حصاد المحاصيل في الطور الأمثل في حالة المساحات الصغيرة، أما في حالة المساحات الكبيرة فلا يمكن الانتظار حتى الطور الأمثل حيث يتأخر حصاد أجزاء

كبيرة من المحصول، مما يؤدي إلى تدهور صفاته ونقص كمية المحصول. ويبدأ الحصاد عادة في هذه الحالة قبل الوصول إلى الطور الأمثل على أن ينتهي الحصاد بعد الطور الأمثل بقليل في مساحة محدودة. وبذلك يكون الجزء الأكبر من المحصول قد تم حصاده في الموعد المناسب.

٤ ـ طريقة إجراء الحصاد Methods of harvesting

تحدد طريقة الحصاد الموعد الذي يبدأ فيه الحصاد، ففي حالة الحصاد اليدوي، يمكن عمله في الوقت الذي يناسب المزارع بمجرد وصول المحصول لطور النضج المناسب، أما إذا كان الحصاد يتم آليا فيختلف موعد الحصاد حسب نوعية الآليات المستخدمة، فعند حصاد القمح باستخدام ماكينات الحصاد الدراسة، فيجب الانتظار حتى تنخفض نسبة الرطوبة في الحبوب إلى حوالي ٢٠٪. أما في حالة استعمال آلات الحصاد الثابتة فيتم قطع المحصول، وبه حوالي ٣٠٪ رطوبة، على أن يترك حتى تنخفض نسبة الرطوبة إلى حوالي ١٥٪ ثم يتم دراسه.

(٢، ٢، ٧) علامات النضج في بعض المحاصيل المهمة Signs of maturity stage

١ ـ القمح والشعير wheat and barley

يتم حصاد القمح والشعير عندما تختفي المساحات الخضراء على السنابل تماما. وتكون الحبة صلبة وفي الطور العجيني الجاف ويسهل فرط السنابل باليد، ويؤدي التأخير في حصاد القمح والشعير إلى رقاد النباتات وانفراط الحبوب وضياع جزء كبير من المحصول.

٢ ـ الأرز Rice

يختفي اللون الأخضر وتصفر الأوراق عند النضج، وتنحني وتتدلى النورات إلى أسفل، وتتصلب الحبوب، ويؤدي التبكير في الحصاد إلى أن تكون الحبوب هشة مع زيادة في الحبوب الخضراء بينما يؤدي التأخير إلى فرط وفقدان الحبوب.

٣ ـ الذرة الشامية Maize

تحصد الذرة عندما تصفر الأوراق السفلية على النبات وكذلك أغلفة الكوز، وقد تكون الأوراق العليا على النبات ما زالت خضراء، وتنضج الحبوب وتتصلب قبل تمام جفاف النبات.

٤ ـ الفول Horse beans

تتلون الأوراق والسيقان باللون الأسود عند النضج. ويراعى عدم ترك القرون لتجف تماما، حتى لا تتفتح وتفقد منها البذور.

٥ ـ البرسيم الحجازي Alfalfa

تحش نباتات البرسيم مع بداية الإزهار (١٠٪ إزهار) إذا أريد الحصول على أكبر محصول أخضر ذو جودة عالية، وتختلف فترة النمو بين الحشات من ٢٠ إلى ٥٠ يومًا حسب طبيعة النمو ودرجات الحرارة السائدة. وتزداد الفترة اللازمة للنمو في أول حشة، وعند ارتفاع درجة الحرارة وكذلك عند انخفاضها في فصل الشتاء.

٦ ـ القطن Cotton

يتم جمع القطن (الجني) عندما تصل نسبة اللوز المتفتح على النباتات من ٥٠ إلى ٦٠٪ من عدد اللوز الكلي، ويتم الجني على مرتين أو ثلاث مرات مع مراعاة تهوية اللوز حديث التفتح، حتى تنخفض نسبة الرطوبة بالشعر. ولا يجب الانتظار حتى يتفتح جميع اللوز على النباتات خشية تعرض القطن للعوامل الجوية، وقلة صفات التيلة أو سقوطه على التربة، واختلاطه بالأتربة والقش. ويلاحظ أنه يجب تشميس المحصول الذي يجمع في الصباح الباكر لإزالة الرطوبة منه (قاسم، ١٩٦٧م).

٧ ـ القصب Sugar cane

تتميز علامات النضج في القصب بجفاف الأوراق السفلي على النبات، وارتفاع تركيز عصارته السكرية. ويعتبر القصب ناضجا من الوجهة الاقتصادية، وأصلح ما يكون للحصاد، عندما تصل نسبة السكروز في النبات عامة إلى أقصاها. ويكون ذلك عندما تكون نسبة السكر في الجزء السفلي ونسبته في الجزء العلوي من النبات أقرب ما

تكـونـان لبعضهـا البعض. وإذا ترك القصب فترة طويلة بعد دور النضج الكامل فإن السكـروز يبـدأ في التحـول ثانيـة إلى سكـريـات أحادية فتقل نسبته. بينما تزداد نسبة الجلوكـوز ويقـال للقصب في هذه الحـالـة أنـه دخل في طور فوق النضج (زيادة النضج over ripe).

٨ ـ الكتان Flax

تحصـد أصنـاف كتـان الأليـاف عنـدما تصفر السيقان وتسقط الأوراق من المنطقة القـاعـديـة للساق ويكون ذلك قبل تمام نضج البذور. ولا ينتظر حتى تمام نضجها لأن ذلـك يؤدي إلى رداءة الأليـاف نتيجـة تلجنن الجـدار الثـانـوي لخلايـا الأليـاف. أما أصنـاف كتـان البـذور، فتحصـد عنـد تمام نضج النباتات، وذلك بعد اصفرار النبات بأكمله وتكـون الأوراق قد جفت، وفي الأصنـاف ثنـائيـة الغـرض يتم الحصـاد عندما يكتمل اصفرار النصف السفلي من النبات وتحول الثمار إلى اللون البني.

(٣, ٢, ٧) عمليات الإعداد Crop preparation

١ ـ فصل المحصول Crop separation

تشتمـل عمليـات الإعـداد، على عمليـات فصـل الجزء الاقتصادي من النبات (المحصول) عن بقية أجزاء النبات، ثم تنظيفه وتدريجه وتجهيزه للتسويق أو التخزين. وقـد تتم جميـع عمليـات الفصـل في حقـل المـزارع أو تؤجـل لحين إجرائها في مصانع متخصصة لذلك.

ففي حالة محاصيل القمح والشعير يتم فصل الحبوب عن السيقان والأوراق ومحاور السنابل في عملية الدراس، ويتم في الذرة الشامية إزالة الأوراق عن النورة المؤنثة، ثم فصل الحبوب عن محور السنبلة (القولحة). وتجري هذه العمليات في حقل المزارع.

أما في حالة محصول الكتان فيتم فصل البذور في حقل المزارع ثم تستخرج الألياف في عمليـة التعطـين، والتي تتم في مصـانـع لاستخراج الألياف وكذلك بالنسبة للقطن فيتم فصـل الأليـاف (الشعـر) عن البـذور في عمليـات الحليـج، والتي تتم في محالـج

القطن. كما يتم استخراج الزيت من بذور الكتان والقطن بطرق تناسب ذلك مثل العصير أو المذيبات الكيماوية وذلك في معامل استخراج الزيت.

٢ ـ التنظيف Cleaning

تعقب عمليات فصل المحصول عن بقية مكونات النبات، عملية تنظيف المحصول من بقايا الأجزاء النباتية المصاحبة له، مثل عمليات الغربلة والتذرية، وقد تتم هذه العمليات مع عمليات فصل المكونات كما في آلات الحصاد الدارسة، أوبعض آلات الدراس الثابتة. وفي محصول قصب السكر تزال الأوراق (وقد تزال معها قمم السيقان) يدويا أو عن طريق حرقها قبل أو بعد قطع السيقان.

٣ ـ الفرز والتدريج Grading

يتم بعد عمليات تنظيف المحصول عمليات الفرز والتدريج سوا كان المحصول بذورا أو أجزاء نباتية أخرى. وهناك آلات خاصة لفرز وتدريج التقاوي والتي تعتمد على طبيعة الاختلاف في الحجم والشكل والوزن، والكثافة النوعية، وملمس البذور، أو الجزء النباتي. وتوجد مواصفات ومقاييس خاصة بكل محصول تحدد نسب الشوائب والتالف ودرجات الجودة الخاصة بكل محصول.

(٤ ,٢ ,٧) عمليات التخزين Storing

يتميز الإنتاج الزراعي بأنه موسمي، ومرتبط بالعوامل البيئية التي تناسب إنتاج المحصول. كما يتميز أيضا بطول الفترة اللازمة لإنتاج المحصول ثم ضرورة الاحتفاظ به حتى يتوفر المحصول التالي. ويستتبع ذلك تخزين الإنتاج ليتم استهلاكه تدريجيا طوال العام.

وقد يتم التخزين في المزرعة حيث يقوم المزارع بالاحتفاظ بجزء من محصوله لاستعماله كتقاوي لإنتاج المحصول التالي. أويكون التخزين في المزرعة بغرض الانتظار حتى تتغير أسعار السوق، أو نتيجة عدم القدرة على تسليم المحصول عقب

الحصاد مباشرة للجهات التي تقوم بتسويقه . أما الجزء الأكبر من المحصول فيتم تخزينه في أماكن خاصة، وتختلف الطرق المستخدمة في التخزين اختلافا كبيرا حيث يتم تخزين بعضها في أكوام في العراء أو في أكياس أو أوعية أو مخازن عادية أو صوامع أو ثلاجات .

وتشير العديد من الدراسات إلى أهمية التخزين، حيث يؤدي التخزين السيء للحبوب والبذور إلى زيادة كميات الفاقد من المحصول إلى نسبة قد تصل إلى ١٠٠٪ لبعض المحاصيل في دول مختلفة، علاوة على أن التخزين السيء يؤدي إلى تدهور في صفات المحصول المخزن .

وسوف نتناول طرق التخزين والعوامل المؤثرة عليها لكل من البذور والأعلاف حيث إنهما يمثلان الإنتاج السائد في المحاصيل الحقلية .

أولاً : تخزين البذور Storing of seeds

عندما يتم الحصاد في الوقت المناسب تكون صفات الجودة للبذور في أحسن حالاتها، ثم تبدأ الجودة في التدهور تدريجيا خلال تخزين البذور، وتتوقف سرعة التدهور، على الظروف السائدة أثناء التخزين، وأهمها :

١ ـ نسبة الرطوبة moisture content . تؤثر نسبة الرطوبة في البذور على سرعة تنفسها، ويؤدي ارتفاع الرطوبة النسبية إلى زيادة في سرعة تنفس الجنين، واستهلاك العناصر المخزنة في البذور. كما ينتج عن التنفس انطلاق الطاقة مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة في المخزن وقلة حيوية البذور. وإذا ارتفعت نسبة الرطوبة بدرجة كبيرة فقد يؤدي إلى نشاط الأجنة وربما الإنبات وتلف البذور. كما يؤدي ارتفاع نسبة الرطوبة في البذور الزيتية تحت ظروف التخزين إلى زيادة نشاط الإنزيمات، مما يسبب تحلل الدهون المخزنة في البذور، وبالتالي إلى تزنخها وقلة جودتها.

كما يؤدي ارتفاع الرطوبة بالمخزن إلى نمو كثير من فطريات العفن على المحصول المخزن. وكلما ازدادت نسبة الرطوبة، كلما ازداد نشاط الفطريات، وبالتالي

زيادة سرعة تنفس البذور وارتفاع درجة الحرارة ثم فقدان البذور لحيويتها وقيمتها التجارية. ففي حالة محاصيل الحبوب يجب أن تكون نسبة الرطوبة في البذور أقل من ١٣٪ عند التخزين، ويؤدي ارتفاع الرطوبة عن ٢٠٪ إلى أن الحرارة الناتجة عن تنفس البذور والكائنات الدقيقة تقلل حيوية البذور. وقد تؤدي إلى حدوث حرائق إلى جانب الزيادة المضطردة في الحشرات. ويحتاج تخزين بذور المحاصيل الزيتية إلى نسبة رطوبة أقل بكثير عما في حالة محاصيل الحبوب، حيث تخزن بذور الكتان وبها نسبة رطوبة قدرها ٥, ١٠٪. ويحتاج الفول السوداني إلى نسبة رطوبة أقل من ذلك.

وعادة ما يتم تجفيف البذور قبل تخزينها، وذلك بتعريضها للشمس والهواء، في المناطق الجافة أو يتم تجفيفها صناعيا كما في المناطق الشمالية الرطبة في العالم.

٢ ـ **درجة الحرارة temperature**. يؤدي ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخزين، وفي وجود نسبة رطوبة عالية، إلى تنبيه الجنين وزيادة التنفس في البذور. كما يشجع على نمو الفطريات والحشرات. وتدل الدراسات المختلفة على أن معظم الفطريات يقل نموها إذا انخفضت درجة الحرارة عن ٢١°م، وتبلغ الدرجة المثلى لتكاثرها من ٢٩ إلى ٣٥°م، ويقف نموها تماما عند درجة حرارة ١٠°م، بينما يتوقف نشاط الحشرات عند درجة حرارة أقل من ١٠°م.

ويعتبر ارتفاع درجة الحرارة في المخازن دليلا على نشاط الفطريات والحشرات، ويفضل تقدير درجات الحرارة في المخازن دوريا، حتى يمكن خفضها في حالة ارتفاعها.

٣ ـ **الإصابة بالآفات الخاصة بالمخازن insect infestation**. تحدث الإصابة بالحشرات والفطريات أثناء التخزين. وقد تحدث الإصابة ببعض آفات المخازن في الحقل. وتؤدي الإصابة إلى خفض الحيوية أو قتلها تماما، إذ تتغذى الحشرات عادة على أجنة البذور، مما يؤدي إلى عدم إنباتها.

ويمكن مقاومة آفات المخازن عن طريق الحصاد في الوقت المناسب، حتى لا يتعرض المحصول للإصابة في الحقل، ثم التخزين في مخازن نظيفة وخالية من مسببات الإصابة. وتعامل البذور ببعض المواد الكيميائية القاتلة أو الطاردة للحشرات قبل التخزين، وذلك في حالة البذور المخزنة لاستعمالها كتقاوي، أما في حالة البذور المخزنة للاستعمال الآدمي، فيتم تبخيرها في المخازن بالغازات السامة التي يقتصر تأثيرها على الحشرات دون أن تترك أثرا متبقيا على المحصول المخزن.

والقاعدة الأساسية أن عمليات الوقاية من الآفات أهم بكثير من طرق مقاومتها، ولذلك يجب على المزارع اتباع الوسائل السليمة لوقاية المحصول من الإصابة بهذه الآفات، وأهم هذه الوسائل ما يلي:

(أ) الحصاد في الوقت المناسب.
(ب) تنظيف البذور عقب حصادها.
(جـ) التخزين في مخازن مناسبة.
(د) تنظيف وتعقيم المخازن قبل التخزين.
(هـ) تدخين البذور واستخدام مبيد وقائي لها.
(و) التحكم في درجات الحرارة والرطوبة داخل المخازن لمنع نشاط الآفات.
(ز) الفحص الدوري للمحاصيل المخزنة وعلاجها.

ثانيًا: تخزين محاصيل الأعلاف Storing of forage crops

يتم تخزين محاصيل الأعلاف إما مجففة كما في حالة الدريس أو على حالة طازجة كما في حالة السيلاج.

١ ـ الدريس hay. يقصد بالدريس محصول العلف الأخضر الذي تم تجفيفه، إما طبيعيا، أو صناعيا، أو بالطريقتين معا، بغرض المحافظة على أكبر كمية من المادة الجافة من المحصول لتغذية الحيوانات. وتحتوي محاصيل الأعلاف الخضراء على نسبة مرتفعة من الرطوبة تتراوح من ٧٥ ـ ٨٥٪، وهذه ينبغي خفضها إلى ١٥ ـ ٢٥٪ حتى يمكن تخزين المحصول والاحتفاظ به دون تدهور. وتدل الدراسات على أن الدريس

المخـزن وبـه نسبـة رطـوبـة أعلى من ٣٥٪ تنمو عليه الفطريات، وترتفع درجة حرارته بسـرعـة، وتتـدهـور صفـاتـه. وقد يحدث تخمر، وفقد كبير للعناصر الغذائية به. وإذا استمر ارتفاع درجات الحرارة به فقد تحدث حرائق ذاتية.

(أ) **العـوامـل المؤثـرة على جودة الـدريس**. تتـوقف جودة الدريس على نوع المحصـول، وطـريقـة إنتـاجـه. وتتبـاين المحـاصيـل المستعملة كأعلاف خضـراء. ونتيجـة لذلـك تختلف نوعيـة الـدريس النـاتج منها. والنباتات الصغـيرة العمـر تعطي دريسـا أعلى في القيمـة الغـذائية، وأقل أليافا من النبـاتـات الكبـيرة العمـر. وفي بعض الحـالات ينتظر حتى موعد التزهير والإثمار حيث تكون النباتات محتوية على أقصى كمية من المواد الغذائية كما في حالـة الشعـير. وتفضـل النبـاتـات التي تتميـز بزيادة نسبة الأوراق إلى السيقـان، حيث تحتـوي الأوراق عادة ضعف ما تحتـويـه السيقـان من الـبر وتـين والكـربـوهيـدرات والفيتامينات، وبعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم والفوسفور.

ويـزداد إقبال الحيوانات على الدريس ذو المحتوي العالي من الأوراق. أما السيقان الخشنة الصلبة فهي غير مقبولة من الحيوانات. كما تؤثر كثافة النبـاتـات في الحقـل، والطور الذي يتم عنده حصاد المحصول للدريس، وخصـوبـة التـربـة، على سمـك السيقـان وجفـافها. وعلى ذلك يفضل الـدريس النـاتـج من نبـاتات مزروعة بكثافة مرتفعة في أرض خصبة، وتم حصاده في دور مبكر من النضج.

ويتميز الدريس الجيد باحتفاظ النباتات باللون الأخضر الذي له علاقة مبـاشـرة بمحتـوى النبـاتات من الكلوروفيل والكاروتين. وتفقد النباتات اللون الأخضـر نتيجـة لتأثـير التجفيف لفـترة طويلة في ضوء الشمس المبـاشـر، وللأمطار، أو بسبب قطع النباتات في دور متأخر من النضج، كما قد يكون نتيجة لسوء تخزين الدريس وارتفاع درجة حرارته وتدهور صفاته.

ويؤدي وجـود المـواد الغـريبـة مثل الحشائش والقش وجذور النباتات،

وغير ذلك إلى انخفاض جودة الدريس، حيث تسبب عدم استساغة الحيوانات للدريس، خاصة إذا احتوى على حشائش سامة. وتتغير رائحة الدريس نتيجة سوء التخزين، أو ارتفاع الرطوبة به، ونمو الفطريات. ولا تقبل الحيوانات على الدريس ذي الرائحة الكريهة.

(ب) **تجفيف محاصيل الأعلاف**. ويتم التجفيف بطريقتين هما: التجفيف الطبيعي: ويقصد به ترك النباتات بعد حصادها لتجف عن طريق الشمس والهواء. حيث تترك النباتات على الأرض لعدة أيام حسب درجات الحرارة، مع تقليبها باستمرار، لضمان سرعة جفافها، وتبخر الماء منها وعدم تعفنها. ولا يجب ترك النباتات لفترة طويلة حتى لا تجف أكثر من اللازم وتفقد الأوراق وتقل الجودة. وعموما تترك النباتات حتى تنخفض نسبة الرطوبة فيها إلى حوالي **٢٥٪** ثم يتم كبسها في بالات ويتم تخزينها بعد ذلك.

أما التجفيف الصناعي: فيتم بواسطة الهواء الساخن حيث تحش النباتات وتترك بالحقل قليلا حتى تنخفض درجة رطوبتها، أو قد تنقل مباشرة إلى غرف خاصة للتجفيف والتي تكون مجهزة بأرضية ذات ثقوب يدفع فيها الهواء من أسفل إلى أعلى بواسطة مراوح بعد مرور الهواء على مصدر حراري. وتتوقف مدة التجفيف على درجة حرارة الهواء والغرض من التجفيف وعادة يتم التجفيف حتى تنخفض درجة الرطوبة إلى حوالي ١٠٪.

٢ ـ السيلاج silage. يقصد بالسيلاج تخزين محاصيل الأعلاف على حالة غضة دون تجفيف، حيث تحافظ الأعلاف على محتوياتها من البروتين والعناصر الغذائية المختلفة. وتكون أسهل هضما عن الأعلاف المجففة. وتقوم عملية السيلاج على أساس تخزين النباتات المقطوعة حديثا في غياب الهواء وذلك في أماكن محكمة فيؤدي تنفس النباتات أثناء التخزين إلى استنفاذ الأكسجين الموجود في المكان وإحلاله بثاني أكسيد الكربون، كما تنشط الإنزيمات الموجودة في النباتات في نفس الوقت،

وتحول السكريات إلى كحولات وحموض مختلفة مثل اللاكتيك والخليك والبيوتريك ويزداد نشاط البكتريا اللاهوائية، بينما تتوقف الفطريات عن النشاط. وينتج عن نشاط البكتريا استهلاك السكريات الذائبة وزيادة الأحماض العضوية وارتفاع الحموضة، مما يؤدي إلى توقف نشاط البكتريا تماما. وفي ظل هذه الظروف يحتفظ السيلاج بجودته لفترة طويلة دون أي تدهور في جودته.

وقد يضاف إلى المحصول الأخضر بعض المواد السكرية للإسراع من عملية السيلاج والتخمر حيث يساعد وجود هذه المواد على نشاط البكتريا وبالتالي إلى تغير درجة الحموضة بسرعة. وتتوقف جودة السيلاج على المحصول المستعمل، ودرجة نضجه، ونسبة الرطوبة به عند الحصاد، ودرجة تقطيعه، والتركيب الكيماوي للنبات، بالإضافة إلى نوعية الأوعية المستخدمة في عملية السيلاج.

ويتم تخزين السيلاج فيما يلي:

١ ـ **كومة stock silo**. حيث تعمل حفرة في الأرض، وتوضع فيها الأعلاف طبقة بعد أخرى، ويتم وضع كل طبقة بعد ضغط الطبقة السابقة، وارتفاع درجة حرارتها وهكذا، وعندما يكتمل تكوين الطبقات يتم تغطية السيلاج بالخيش ثم بأكياس مملوءة بالتربة حتى يتم كبسه.

٢ ـ **خندق trench or pit silo**. لا تختلف هذه الطريقة كثيرا عن الطريقة السابقة فيما عدا أن الخندق يكون أعمق من الحفرة، ويسمح بمرور التراكتور، أو المقطورة، وتكون جوانب الخندق ملساء ومائلة إلى الداخل لمساعدة انزلاق العلف إلى داخل الحفرة، ويتم تعبئة الخندق بالمحصول كما في الطريقة السابقة.

٣ ـ **الصوامع tower silos**. عبارة عن بناء من الأسمنت أو الصلب المجلفن، تكون قوية حتى تتحمل الضغوط عليها. وغالبا ما تكون أسطوانية الشكل. وتحتوي الصوامع على روافع للتحميل والتفريغ، حيث يكون ارتفاع الصوامع عاليا. ولا تختلف طريقة عمل السيلاج في الصوامع عنها في طريقة

الخندق وتعتبر الصوامع من أحدث الطرق، نظرا لاحتفاظ المحصول بجودته وعدم تلوثه بالأتربة وغير ذلك.

وتتلخص مميزات السيلاج في التالي:
(أ) يستفاد منه عندما لا يكون الجو مناسبًا لعمل الدريس خاصة في المناطق الممطرة.
(ب) ارتفاع قيمته الغذائية عن الدريس، حيث قد تصل إلى ٨٥٪ مقارنة بالدريس، الذي لا يزيد على ٧٠ ـ ٧٥٪. ويمتاز كذلك باحتفاظه بالبروتين والفيتامينات وخاصة فيتامين A لعدم تحلل الكاروتين مع سهولة الهضم.
(جـ) يعتبر أفضل طريقة لتخزين محاصيل الأعلاف في حالة عدم الحاجة إليها.
(د) تؤدي عملية السيلجة إلى قتل بذور الحشائش بخلاف الدريس.
(هـ) تحصد المحاصيل في موعد أكثر تبكيرًا مما في حالة تجفيفه كدريس، وبالتالي تبكير في أداء خدمة المحصول التالي..
(و) تعادل كل المميزات السابقة التكلفة في إنتاج السيلاج، والتي قد تصل إلى مرة ونصف قدر تكلفة الدريس.

(٧,٣) قطع وتجفيف وحفظ الأخشاب
Logging, Seasoning and Preservation of Wood

(٧,٣,١) عمليات قطع الأشجار الخشبية Logging

تشمل عملية قطع الأشجار إسقاط الشجرة في الغابة وتجزئتها إلى أطوال مناسبة ثم سحبها على الأرض إلى طريق، حيث يتم تجميع الكتل في موقع التحميل. وعند قطع الأشجار الصغيرة أومتوسطة الحجم لا يحتاج الأمر إلى تجزئتها، وتتباين الطرق المستعملة في هذا المجال باختلاف حجم الخشب الخام، نظام التربية والتنمية المتبع في الغابة، طبوغرافية الموقع، الماكينات والأجهزة المستعملة والناتج الخشبي المرغوب فيه.

ولقد حدث تطور تكنولوجي كبير في السنوات الأخيرة في أنواع الأجهزة والأدوات المستخدمة في قطع الأشجار ونقلها، مما حقق زيادة الإنتاج اليومي من الخشب

المقطـوع. ولكن هذه الـزيادة كانت على حساب تلف الأشجار الصغيرة والبادرات في أرض الغابة وزيادة تعرية التربة (erosion) وارتفاع تكلفة الطاقة اللازمة للتشغيل.

وتقطـع الأشجـار بعـد أن تصـل إلى حالـة النضـج، بمعنى أن معـدل الـزيـادة الحجميـة يكـون قليـلا. وتختلف دورة القطـع على حسب سرعـة النمو. ففي الأنواع سريعـة النمـو مثـل الكـافـور (الكينـا) والكـازوريـنـا والحور، تتراوح دورة القطع بين ١٥ ـ ٢٠ سنة. أما في الأنواع المتوسطة السرعة مثل السرو والصنوبر، فتتراوح المدة بين ٢٥ ـ ١٠٠ سنة. وتصل في الأنواع البطيئة النمو مثل البلوط والعرعر إلى ١٠٠ ـ ٢٠٠ سنة.

(٧,٣,٢) تجفيف الخشب Seasoning of wood

يقصـد بالتجفيف تقليـل الـرطـوبـة من الألـواح الخشبيـة (المنشـورة من الكتـل الخضراء) إلى الحد الذي يؤدي إلى استعماله بدون حدوث تغير كبير في أبعاده.

ويحقق التجفيف فوائد عديدة يمكن تلخيصها فيما يلي:

١ ـ تثبيت أبعاد الخشب، بحيث إنه عند استعماله في صناعة الأثاث وخلافه، لن يؤدي إلى تغير يذكر في الجزء المصنع.

٢ ـ تقليل إصابة الخشب بالفطريات والعفن وبعض الحشرات.

٣ ـ تقليل وزن الخشب نتيجة لفقدان الرطوبة، مما يقلل من تكاليف النقل.

٤ ـ إعداد الخشب للعمليات التجهيزية المختلفة، مثل الطلاء والمعاملة بالمواد الحافظة.

٥ ـ زيـادة متـانـة الخشـب، حيث إن إزالـة الـرطـوبـة منه تؤدي إلى زيادة معظم صفات متانته.

وتعتـبر عمليـة تجفيف الخشب إحـدى الخطـوات الضرورية لتخزينه، مع مراعاة ضرورة إجراء عملية التخزين هذه في ظروف تتناسب مع المحتوى الرطوبي للخشب، وذلـك لأن الخشب مادة هيجـروسكـوبيـة، بمعنى أنها تمتص الرطوبة بسهولة وتفقدها بسهولة طبقا للظروف المحيطة.

يحدث التجفيف نتيجة الفروق في الضغط البخاري للماء، من مركز قطعة الخشب إلى سطحها الخارجي. وكلما جفت الطبقات السطحية، كلما انخفض الضغط البخاري للماء فيها، إلى مستوى أقل من الضغط البخاري للماء في الطبقات الداخلية الأكثر ابتلالا. وعلى ذلك يتولد تدرج في الضغط البخاري يؤدي إلى تحرك الماء من المركز إلى السطح. ويعتمد استمرار التجفيف على الحفاظ على هذا التدرج. وكلما كان هذا التدرج كبيرا، كلما تقدمت عملية التجفيف بسرعة. ولكن من الناحية العملية يجب تفادي الفروق الكبيرة في هذا التدرج حتى لا تظهر عيوب في الخشب المجفف. ويجب الإشارة هنا إلى أن التجفيف تحت نقطة تشبع الألياف (fiber saturation point) (النقطة التي تكون عندها تجاويف الخلايا خالية تماما من الماء، بينما تكون الجدر مشبعة تماما بالماء) يؤدي إلى حدوث انكماش في الخشب (نقصان في أبعاد الخشب). ويعتمد مقدار الانكماش على النوع الشجري، ودرجة الجفاف المطلوبة. ويتوقف نجاح عملية التجفيف على توفير التوازن بين تبخير الرطوبة من سطح الخشب وحركة الماء من الجزء الداخلي إلى السطح. ويتحكم في حركة الماء هذه ثلاثة عوامل هي: الرطوبة الجوية، ومعدل حركة الهواء، ودرجة الحرارة. وهناك طرق عديدة للتجفيف من أهمها التجفيف الهوائي والتجفيف بالفرن.

أولاً: التجفيف الهوائي Air seasoning

يهدف التجفيف الهوائي إلى الاستفادة من الرياح السائدة وأشعة الشمس مع حماية الخشب من الأمطار. فالرياح تحرك الهواء في الجو المحيط بالخشب، وتمنعه من التشبع بالرطوبة الممتصة من عملية التجفيف. وترفع أشعة الشمس درجة حرارة الهواء، كما تخفض من رطوبته النسبية. ويعطي هذا التأثير المزدوج لهذين العاملين القوة التجفيفية للهواء.

وعلى ذلك، فإن التجفيف الهوائي يعتمد أساسا على المناخ، وعلى الوقت من السنة الذي تتم فيه عملية التجفيف. ويعتبر ترتيب ساحة التجفيف عاملا هاما جدا لنجاح عملية التجفيف الهوائي. ولذلك فإنه من الضروري تنظيم وترتيب رصات

الخشب في ساحة التجفيف بطريقة تؤمن عملية تحريك جيدة للهواء، ويجب أن يصل الهواء إلى أجزاء الرصة مع وضع فواصل بين ألواح الخشب.

وعند تصميم ساحة الخشب يجب أن يؤخذ في الاعتبار اتجاه الرياح السائدة في المنطقة، كما يجب أن تكون الممرات العريضة بين رصات الخشب موازية لاتجاه الرياح السائدة. ولكن إذا كانت هناك مساحة واسعة من الأرض، فإنه من الممكن أن تكون الممرات العريضة موازية وعمودية لاتجاه الرياح السائدة لكي تسهل من تحريك الهواء.

ويجب أن تكون أرضية ساحة التحفيف صخرية. ويفضل وجود الانحدار البسيط فيها للتخلص من المياه الزائدة. ويجب الإشارة هنا إلى أن عوامل التجفيف سالفة الذكر وهي درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والتهوية وحركة الهواء، تتأثر بالظروف المناخية أثناء إجراء التجفيف الهوائي.

١ - مميزات التجفيف الهوائي

وتتلخص فيما يلي:

(ا) لا يحتاج إلى رأس مال كبير أو تكاليف طاقة.

(ب) لا يتطلب تكاليف صيانة.

(جـ) لا يحتاج إلى مهارة فنية معينة لإجرائه، كما هو الحال في الطرق الأخرى.

(د) التقليل من عيوب التجفيف نظرًا لأن معدل التجفيف يكون بطيئًا.

٢ - عيوب التجفيف الهوائي

ويمكن تلخيصها فيما يلي:

(ا) المحتوى الرطوبي للخشب المجفف هوائيًا غير محدد بل يتراوح بين ١٢ - ١٥٪.

(ب) يحتاج إلى مساحة كبيرة من الأرض.

(جـ) يتطلب رصد مبالغ للتأمين ضد الحريق.

(د) يحتاج إلى وقت طويل لكي تتم عملية التجفيف، مما يجعل الخشب عرضة للإصابة بالعفن والفطريات وبعض الحشرات.

ونظرا لأن عملية تجفيف الخشب هوائيا تحتاج إلى وقت طويل، معتمدا على وقت تقطيع الأشجار، وسمك الألواح المطلوب تجفيفها، والمحتوى الرطوبي المرغوب، فلقد تم تطوير التجفيف الهوائي باستعمال بعض الوسائل الأخرى لرفع كفاءته، نذكر منها على سبيل المثال:

١ ـ استعمال الهواء المدفوع باستخدام مراوح خاصة بـدون أو باستعمال حرارة صناعية.

٢ ـ استعمال الطاقة الشمسية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تتوفر الطاقة الشمسية على مدار السنة. ولقد أمكن الاستفادة من هذه الطاقة في رفع كفاءة التجفيف الهوائي بدون زيادة التكاليف زيادة كبيرة.

ثانيًا: التجفيف باستخدام الأفران Kiln drying

في هذه الطريقة تتم إزالة الرطوبة من الخشب إلى أن يصل المحتوى الرطوبي فيه إلى الحد المرغوب عن طريق وضعه في أفران خاصة يمكن التحكم فيها في درجات الحرارة والرطوبة النسبية وحركة الهواء والتهوية.

١ ـ مميزات تجفيف الخشب بالأفران:

ويمتاز تجفيف الخشب بالأفران بالتالي:

(ا) زيادة التحكم في عوامل التجفيف.

(ب) الحصول على خشب ذي محتوى رطوبي منخفض.

(جـ) تقليل الوقت اللازم للتجفيف.

(د) الحصول على الخشب المجفف خلال أي وقت من السنة مستقلاً عن الظروف المناخية.

(هـ) الحصول على خشب ذي محتوى رطوبي متجانس.

٢ ـ عيوب تجفيف الخشب بالأفران:

أما عيوب التجفيف بالفرن فيمكن تلخيصها فيما يلي:

(١) تحتاج إلى رأس مال كبير.

(ب) ارتفاع تكاليف التشغيل، والتي تشتمل على تكاليف الطاقة الحرارية، والصيانة، والأيدي العاملة المدربة.

(جـ) باستعمال درجة حرارة عالية للتجفيف، من المحتمل أن يصبح الخشب أكثر عرضة للتلف ما لم تتبع تعليمات التجفيف بدقة.

(د) هناك حد أقصى لسمك الخشب الذي يمكن تجفيفه وهو حوالي ٥ سم حيث إنه يصعب من الناحية العملية تجفيف أخشاب ذات سمك أكبر من ذلك.

ويوجد نوعان من الأفران يسمى النوع الأول منها بالأفران المتقدمة (progressive type kilns) وفيها يتم إدخال الخشب المراد تجفيفه من الناحية الرطبة من الفرن، أي من ناحية التحميل، ويتحرك تدريجيًا إلى الأمام من يوم لآخر حتى يصل إلى الناحية الجافة من الفرن، وعندها يكون الخشب قد تم تجفيفه. أما النوع الثاني فيعرف بالأفران ذات المقصورة (compartment type kilns) وفيها يملأ الفرن بالخشب المراد تجفيفه دفعة واحدة ويبقى الخشب ثابتًا في مكانه خلال عملية التجفيف ثم تعدل درجة الحرارة والرطوبة في الفرن كلما تقدمت عملية التجفيف عن طريق صمامات يمكن التحكم فيها في أنابيب التسخين والترطيب. وعندما يجف الخشب تؤخذ الحمولة كلها من الفرن.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك جداول للتجفيف تحتوي على برامج خاصة بالأنواع المختلفة من الأخشاب ذات الأحجام المتباينة. وهناك طرق أخرى للتجفيف أكثر تخصصا لا يتسع المجال لتناولها في هذا الكتاب.

(٧,٣,٣) حفظ الأخشاب Wood preservation

يتعرض الخشب عند استعماله للإصابة بالفطريات والعفن والحشرات بأنواعها المختلفة. وتعتمد شدة الإصابة بهذه الكائنات الحية على نوع الخشب والظروف التي يتعرض لها. لذلك فإنه من الضروري معاملة الخشب ببعض المواد الكيماوية الحافظة من أجل إكسابه المناعة المناسبة ضد هذه الآفات.

ويمكن تقسيم الطرق المستعملة في حفظ الأخشاب الخام إلى :

١ - طرق الحفظ بدون ضغط Preservation methods without pressure

تشمل الطرق التي لا يستعمل فيها أي ضغط خارجي لإدخال المواد الحافظة داخل الخشب مثل : الدهان ، الرش ، الغمس ، النقع ، النقع البارد ، الحمام الساخن والبارد والانتشار.

٢ - طرق الحفظ مع استعمال الضغط Preservation methods under pressure

تعتبر طريقة معاملة الخشب بالكيماويات الحافظة ، مع استعمال الضغط ، من الطرق المفضلة على المستوى التجاري ، نظرا لكفاءتها العالية وتأثيرها الفعال . ويرجع هذا إلى درجة التحكم العالية في إجراء هذه العملية ، وإلى درجة التخلل العميقة والتجانس للكيماويات الحافظة داخل الخشب ، بالإضافة إلى امتصاص كميات أكبر من المادة الحافظة داخل الخشب . إلا أن من أهم عيوبها هو كثرة تكاليفها . ويتم عادة إجراء هذه العملية تحت ضغط عالي ، أو قد يتطلب الأمر استخدام تفريغ ، في المراحل الأولى من المعاملة ، حتى يمكن إزالة أكبر قدر من الهواء ، الذي يقلل من تخلل المادة الحافظة داخل الخلايا .

يمكن تقسيم المواد الكيماوية المستخدمة في حفظ الأخشاب إلى :

١ - مجموعة زيت القطران (tar - oil) مثل الكريوزوت .

٢ - الأملاح الذائبة في الماء (water soluble salts) مثل : كلوريد الزنك ، أملاح النحاس ، البورون ، أملاح الزرنيخ ، فلوريدات السيلكون (Silicofluorides) .

٣ - المحاليل الزيتية للكيماويات الحافظة : وتتكون هذه من مواد سامة ذائبة في بارافين نقي أو زيوت بترولية أخرى ، وتعتبر هذه المجموعة من أكثر المواد الحافظة فعالية في معاملة الخشب .

الفصل الثامن

اتجاهات حديثة في الزراعة*

Modern Trends in Agriculture

● الزراعة المحمية ● استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة ● استخدامات زراعة الأنسجة ● استخدامات منظمات النمو ● مكافحة الآفات الزراعية ● التسميد ● مصادر جديدة للغذاء في المستقبل

لقد زاول الإنسان مهنة الزراعة على مر العصور، وما زال يمارسها حتى وقتنا هذا. ولقد مرت الزراعة بعدة مراحل بدائية حتى وصلت إلى ما هي عليه الآن. ولقد جاء ذكر مراحل تطور الزراعة في الباب الأول، إلا أن الخصائص العامة للزراعة البدائية تتلخص في قلة الإنتاج، وعدم الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية المتاحة.

وفي بداية القرن الحالي، زاد الطلب على استغلال الموارد الطبيعية المتاحة، نظرا للزيادة العالية في السكان. ولجأ الإنسان إلى البحث عن طرق أكثر كفاءة في تجهيز الأرض وزرعها وجمع المحصول وتخزينه. ونظرا لارتفاع تكاليف الإنتاج، وتدنيه كما ونوعا، فإن ثلثي سكان العالم يعانون من سوء التغذية في وقتنا الحاضر. وفي عام ٢٠٠٠م سيكون عدد سكان العالم سبعة بلايين نسمة، أي ضعف العدد الحالي. ولن تكفي مضاعفة الإنتاج لتفادي وقوع مجاعة عالمية.

في خلال العشرين سنة الماضية، تمت زيادة الإنتاج العالمي من الموارد الغذائية بحوالي ٤٠٪. وفي نفس المدة زاد عدد سكان العالم زيادة كبيرة، أدى ذلك إلى امتصاص جزء كبير من الزيادة الإنتاجية. ولهذا، فقد ظهرت الدعوة إلى تحديد

*عبدالغفار الحاج سعيد، محمد عبدالرحيم شاهين ومحمد لطفي محمود الأسطى

النسل، كحل أمثل لمواجهة مشاكل العالم النامي الغذائية. قابلت هذه الدعوة كثير من صعوبات التنفيذ وما زالت، وذلك لأسباب اجتماعية ودينية. وفشل الدعوة لتحديد النسل يترك الحل الوحيد الذي يجب تدعيمه، والعمل على دفعه، وهو التقنية العلمية. وقد تم استخدام طرق عديدة في الزراعة، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي قد تكفل التغلب على معوقات زيادة الإنتاج. شجعت الحكومات والمنظمات الدولية الأبحاث الحديثة الرامية إلى الحصول على أفضل الطرق لاستغلال الموارد الطبيعية المتاحة. وكان من نتائج هذه الأبحاث، والمحاولات، بعض الإنجازات التالية، والتي تم استخدامها أو قد يتم استخدامها في المستقبل القريب.

(٨،١) الزراعة المحمية Protected Agriculture

تقسم البيئة في المجال الزراعي إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي: بيئة طبيعية (natural environment)، بيئة محسنة أو مكيفة (modified or controlled environment) وبيئة اصطناعية (artificial environment). والبيئة الطبيعية هي تلك الظروف والأحوال، من درجات حرارة ورياح وأمطار وتربة. وعندما تكون هذه الأحوال جميعها مناسبة في الحقل لإنتاج المحاصيل، دون الحاجة لتدخل الإنسان، تسمي بيئة طبيعية. وأحيانا تكون هذه البيئة الطبيعية غير ملائمة لإنتاج المحاصيل، فيتدخل الإنسان، تدخلا طفيفا، لتكييفها أو تحسينها، لتكون ملائمة للإنتاج، باستعمال التغطية أو التظليل، كما هو الحال في المشاتل، أو استعمال مصدات الرياح، أو وسائل الري كالري بالرش. وتسمي هذه البيئة محسنة أو مكيفة.

وهناك حالات تكون البيئة الطبيعية فيها، ذات ظروف قاسية، مثل ارتفاع أو انخفاض في درجات الحرارة، أو شدة أو قلة في الإضاءة مما يتعذر معه إنتاج المحاصيل فيها، فيلجأ الإنسان إلى ما يسمي بالبيئة الاصطناعية، والتي يتحكم فيها الإنسان في جميع الظروف المؤثرة على نمو وإنتاج المحاصيل. ومن أمثلة البيئة الاصطناعية، والتي استعملت على نطاق تجاري في المجال الزراعي، خصوصا في السنوات الأخيرة، البيوت الزجاجية (glass or green houses)، البيوت البلاستيكية (plastic houses)،

غرف النمو (growth rooms) ، الفيتوترون (phytotron) والأنفاق البلاستيكية (plastic tunnels) وتستعمل الصوب الزجاجية والبلاستيكية، لإنتاج محاصيل الخضر ونباتات الزينة في نطاق تجاري واسع، بينما تستعمل غرف النمو والفيتوترون للأغراض البحثية.

وإنتاج المحاصيل خصوصا ذات العائد الكبير، مثل محاصيل الخضر ونباتات الزينة في البيئات الاصطناعية، آخذ في الازدياد، والتوسع في كثير من بلاد العالم، لا سيما البلاد الجافة وشبه الجافة. وأطلق على هذا النمط من الإنتاج الزراعة المحمية (protected agriculture) .

ومن ناحية تاريخية، فقد استعملت أولا الصوب الزجاجية في كثير من البلاد الأوروبية، ولفترة زمنية طويلة. ولكن منذ عام ١٩٣٨م، وبعد اكتشاف مادة البولي إثيلين في بريطانيا، صار من الممكن صناعة أنواع عديدة من البلاستيك، مناسبة لبناء البيوت البلاستيكية (عبدالهادي ١٩٧٦م وجارنو ١٩٧١م). وساعد في انتشارها في كثير من بلاد العالم قلة تكلفتها بالمقارنة بالبيوت الزجاجية. ويذكر عبدالهادي (١٩٧٦م) أن تكاليف إنشاء البيت البلاستيكي تساوي $\frac{١}{١٠}$ تكاليف إنشاء البيت الزجاجي، المقام على هيكل حديدي. وقد أدى هذا إلى زيادة مضطردة في استعمال البيوت البلاستيكية، في الإنتاج الزراعي في كثير من بلاد العالم. ولمواد البلاستيك المستخدمة في الزراعة بعض الخصائص التي نوردها فيما يلي:

١ ـ مواد البلاستيك أخف بالمقارنة للزجاج.

٢ ـ عمر البولي إثيلين يتراوح بين ٣ أشهر إلى ٦ سنوات.

٣ ـ أن معظم الأغطية البلاستيكية، لها خاصية مقاومة البرودة والحرارة، ولذا تكون صالحة للاستعمال لمختلف الأحوال الجوية، فهي تتمدد نهارا وتتقلص ليلا.

٤ ـ المواد البلاستيكية لديها المقدرة على مقاومة عوامل التآكل.

٥ ـ بالمقارنة مع البيوت الزجاجية، فإن نسبة الرطوبة الجوية تحت الأغطية البلاستيكية تكون أعلى.

٦ ـ البلاستيك والزجاج متساويان تقريبا لنفاذية الضوء.
٧ ـ المواد البلاستيكية عازلة للحرارة بدرجة أكبر من الزجاج.

(٨,١,١) أنواع البلاستيك المستخدم في التغطية Type of plastic used as cover

تقسم مواد البلاستيك إلى قسمين رئيسيين:

١ ـ مواد صلبة بالتسخين

وهي التي تصبح صلبة بفعل الحرارة أو البرودة، وفي وجود منشط مثل البوليستر.

٢ ـ مواد لدنة بالتسخين

وهذه تتخذ شكلها بالحرارة فإذا بردت جمدت وتشمل هذه عدة أنواع خصوصا تلك التي تستعمل لتغطية الأنفاق والأرض.

وأكثر أنواع البلاستيك استعمالا في الزراعة هي:
البولي إثيلين (polyethylene)، والفايبرجلاس (fiberglass)، البولي فينايل كلورايد (polyvinyl chloride)، البولي بروبيلين (polypropylene) والبولسترين (polysterene).

وعموما فإن مادتي البلاستيك والزجاج هما أكثر المواد التي تستعمل في مجال الزراعة المحمية. والبيت، زجاجيا كان أو بلاستيكيا، يُشَيَّد بطريقة تمكن من التحكم في كثير من العوامل البيئية، لا سيما درجات الحرارة والضوء والرطوبة والغازات.

وللتحكم في درجات الحرارة الجوية، فالبيوت الزجاجية تكون دائما ذات منافذ يسهل فتحها أو إغلاقها حسب الحاجة. وأحيانا توجد بعض المراوح الكبيرة لسحب الهواء سريعا للخارج. وقد أمكن حديثا استعمال الطاقة الشمسية في تبريد وتدفئة البيوت الزجاجية والبلاستيكية في كثير من بلاد العالم..

أما بالنسبة للضوء فيمكن التحكم في كثافته وفترته، بل ونوعيته، داخل الصوب حسب متطلبات النبات. ويمكن التحكم في الرطوبة الجوية، وفي تبادل الغازات، لا سيما ثاني أكسيد الكربون والأكسجين داخل البيوت الزجاجية والبلاستيكية.

وحديثا أمكن استعمال البيوت الزجاجية أو البلاستيكية لإنتاج العديد من المحاصيل، خصوصا محاصيل الخضر، مثل الطماطم والخيار والفلفل، ونباتات الزينة فيما يسمى بالزراعة بدون تربة (soilless agriculture) والهيدروبونك (hydroponic) وهنا تزرع النباتات على محاليل مائية، تحتوي على جميع المواد الغذائية، حسب احتياجات المحصول المزروع. وقد أمكن بهذه الطريقة زيادة الإنتاج وسرعة النضج في كثير من المحاصيل.

وللزراعة المحمية مستقبل مشرق في كثير من بلاد العالم لا سيما الأقطار ذات البيئات القاسية الباردة أو الحارة على السواء.

(٨، ٢) استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة
Use of solar energy in agriculture

للتغلب على المشاكل البيئية، التي تعوق الإنتاج الزراعي أو زيادته، لجأت كثير من الدول، خاصة تلك التي تتوافر فيها أشعة الشمس، على مدار السنة، إلى استغلال الطاقة الشمسية في المجالات الزراعية التالية:

(٨، ٢، ١) التحكم في درجات الحرارة داخل البيوت الزجاجية والبلاستيكية
Control of temperature inside glass and plastic houses

لقد أمكن استغلال الطاقة الشمسية في تدفئة البيوت الزجاجية في فصل الشتاء في المناطق الصحراوية، وتبريدها في فصل الصيف، بما يوفر درجات الحرارة الملائمة لنمو الحاصلات الزراعية خاصة محاصيل الخضر ونباتات الزينة. ولقد أدى هذا إلى توفير بعض محاصيل الخضر على مدار السنة دون زيادة تكاليف الإنتاج زيادة جوهرية.

(٨,٢,٢) تحلية المياه اللازمة للزراعة Desalination of sea water for agriculture

تعتبر المياه الصالحة للري مصدرًا رئيسيًا للحياة والتنمية الزراعية في مختلف بلدان العالم. وتتحدد المصادر الطبيعية لهذه المياه بالعوامل المناخية، والظروف الطوبوغرافية السائدة. وتتواجد المياه المالحة بكميات كبيرة في مناطق العالم المختلفة كما سبق ذكره في الباب الخامس. ولكن هذه المياه غير صالحة للاستعمال في الزراعة في معظم الحالات. لذلك فلقد تم استحداث طرق عديدة لتحلية المياه المالحة، وتحويلها إلى مياه صالحة باستعمال الطاقة الشمسية. واستعملت أنظمة عديدة في هذا المجال، وتعتمد المفاضلة بينهم على أساس تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه الصالحة. ومما تجدر الإشارة إليه أن البحوث في هذا المجال، ما زالت جارية. وقد تؤدي إلى استعمال هذه المياه في المجال الزراعي في المستقبل.

(٨,٢,٣) تشغيل الآليات المختلفة لضخ المياه اللازمة للزراعة
Operation of equipments for pumping water for agriculture

لقد ارتفعت أسعار مصادر الطاقة التقليدية، في الآونة الأخيرة ارتفاعا كبيرا مما أدى إلى محاولة الاستفادة من الطاقة الشمسية، وتحويلها إلى طاقة كهربائية، يمكن استغلالها في ضخ المياه اللازمة للزراعة من الآبار، خاصة في المناطق الجافة. وما زالت البحوث جارية في هذا المجال بغرض الوصول إلى أفضل الأساليب التكنولوجية، مع مراعاة تكاليف إنتاج مثل هذه الطاقة.

(٨,٣) استخدامات زراعة الأنسجة Tissue Culture

تقدمت طرق زراعة الأنسجة تقدما ملحوظا في الآونة الأخيرة، وذلك نتيجة للبحوث المكثفة التي تجري في معاهد البحوث، ومراكز الأبحاث في الجامعات في كثير من أقطار العالم. وقد انتقلت استعمالات زراعة الأنسجة من طور الأبحاث الأكاديمية إلى طور الأبحاث التطبيقية. وكان من أوائل هذه الاستعمالات استخدام زراعة الأنسجة في تكاثر النباتات الذي تحدثنا عنه في الفصل السادس.

هنـاك ثلاثـة مجالات أخـرى برهنت نتـائـج الأبحاث الأولية على نجاح استعمال زراعة الأنسجة فيها وهي :

(١, ٣, ٨) إنتاج نباتات خالية من الأمراض الفيروسية Diseas-free plants

تسبب الفـير وسـات كثـيرا من الأمـراض على المحـاصيل المختلفة، والتي يكون نتـاجهـا نقصـا في الكميـة وتدني في النوعية للمحاصيل. وتعتمد طرق زراعة الأنسجة على فرضية عدم انتشار مسببات الأمراض، في أنسجة وخلايا النبات المصاب بطريقة متسـاويـة. وهناك بعض الأجزاء النباتية السليمة في النبات المصاب التي يمكن فصلها وزراعتهـا في بيئـة صنـاعية معقمة للحصول على نباتات خالية من الأمراض. وتشمل هذه الطرق:

١ ـ زراعة الخلايا الجنينية القمية بطول ٠,٠٥ ـ ٠,١ مم.
٢ ـ زراعة قمة الساق النامية بطول ٠,١ ـ ١,٠ مم.
٣ ـ زراعة خلايا منفردة.
٤ ـ زراعة أنسجة النيوسيلة والكالس.

وتعتـبر الطـريقة الأولى والطريقة الثانية أكثر استعمالا من الطرق الأخرى، وذلك لنجـاحهـا مع الكثـير من النبـاتات. وكلما كان مجموع الخلايا الجنينية القمية صغيرا، وطـول قمـة السـاق النامية قصيرا، كلما زادت فرص خلو النبات المنتج من الأمراض. وهنـاك بعض المعـامـلات التي تجري للنبات الأم قبل فصل النسيج، تساعد على خلو النبات المنتج منه من الأمراض. وهذه المعاملات هي :

١ ـ العلاج الحراري، وذلك بزراعة النبات الأم تحت درجة حرارة عالية نسبيا (٣٥°م).

٢ ـ الـرش بمحلول الجـبر يلين، أو الـزراعـة في ظلام دائم، مما يؤدي لسـرعـة استطالة ساق وأفرع النبات.

٣ ـ العلاج الكيمائي، وذلك بإضافة بعض المواد الكيميائية للبيئة الغذائية.

تساعد طرق زراعة الأنسجة لإنتاج نباتات خالية من الأمراض، في تبادل النباتات المنتجة وتداولها بين أقطار العالم المختلفة وذلك لخلوها من الأمراض، كما وأنها تساعد على حفظ الأصول الوراثية في مساحات صغيرة، ولفترات غير محدودة، خالية من الأمراض وبعيدا عنها.

(٢, ٣, ٨) تحسين النباتات Plant improvement

الأبحاث الوراثية من أكثر الأبحاث استعانة بطرق زراعة الأنسجة. فقد كانت زراعة الجنين، في بيئة صناعية معقمة، للحصول على هجين قادر على الإنبات، من أوائل استخدامات زراعة الأنسجة في تربية النباتات. وفي الآونة الأخيرة، تمكن الباحثون من تحقيق ثلاث إنجازات هامة هي:

١ - إنتاج نباتات أحادية الكروموسومات، وذلك بواسطة زراعة المتك أو حبوب اللقاح.

٢ - التهجين الجسدي، للحصول على هجين لا جنسي بين الأنواع والأصناف القريبة والبعيدة، والتغلب على عدم التوافق، باستعمال زراعة البر وتوبلاست.

٣ - زراعة الخلايا المنفردة، لتسهيل وسرعة الانتخاب، والعزل، لنباتات ذات صفات وراثية مرغوبة.

(٣, ٣, ٨) إنتاج مواد نباتية ثانوية Production of secondary plant substances

يعتبر استعمال طرق زراعة الأنسجة، لإنتاج مواد نباتية ثانوية، في أطواره الأولية، حيث إن المواد المنتجة قليلة. وقد دلت الأبحاث على إمكانية الحصول على الكثير من مواد حفظ وتلوين الأغذية، الأحماض الأمينية، المضادات الحيوية، والمبيدات الحشرية والفطرية، والمواد الخام لصناعة الأدوية، والعطور، ومواد كيماوية أخرى، بطرق رخيصة وسهلة، بواسطة استعمال طرق زراعة الأنسجة النباتية.

(٤ , ٨) استخدامات منظمات النمو
Utilization of plant growth regulators

منظمات النمو هي مركبات كيميائية طبيعية أو اصطناعية، تنظم عمليات النمو والتكشف في أنسجة وأعضاء النبات المختلفة. وكان من أوائل استخدامات منظمات النمو تجاريا في الزراعة، في تكاثر النباتات بواسطة العقل، كما ذكرنا في الباب السادس. وقد تم بعد ذلك استخدام منظمات النمو بنجاح في الكثير من العمليات الزراعية ومن ذلك:

١ ـ مبيدات حشائش مثل ٢، ٤ ـ فينوكس حمض خليك ثنائي الكلور مبيد للحشائش عريضة الأوراق.

٢ ـ التحكم في الإزهار للحصول على زهور قطف طوال أيام السنة، والتحكم في الإثمار، خاصة في الأناناس ومعاملته بنفثالين حمض خليك للحصول على ثمار طوال العام بدلا من الإثمار الموسمي.

٣ ـ تخزين الثمار على الأشجار إذ يمكن حفظ الثمار، على أشجار الحمضيات، لمدة طويلة، بمعاملتها بالأكسينات لتنظيم تسويقها. وفي ذلك توفير للمخازن وآليات التبريد.

٤ ـ تنظيم سقوط الأوراق، حيث تم استخدام مضادات الأكسينات للمساعدة في سقوط أوراق القطن لحصده آليا بدون الخلط ببقايا الأوراق.

٥ ـ التحكم في شكل النبات حيث يمكن منع تكوين الخلفات في نبات القمح، وذلك بمعاملة النباتات بالأكسينات، أو تقصير ساق النبات بمثبطات النمو مثل الـ (chlorocholine chloride CCC) لمنع قلع النبات بواسطة الرياح والأمطار الشديدة مما يساعد على زراعة القمح في مناطق تكثر فيها الرياح والأمطارالشديدة.

٦ ـ تحسين نوع وكمية المحصول، فقد تم استخدام الجبريلينات للحصول على ثمار كبيرة وطويلة في أصناف مختلفة من العنب مثل Thompson وSultana كما يتم استخدام الأكسينات لمنع تكوين الخلف في نبات الدخان للحصول على نكهة غنية.

٧ ـ يستخدم مثبط النمو «ماليك هايدرازايد» (maleic hydrazide) لإطالة فترة سكون درنات البطاطس والبصل وذلك بمعاملة النباتات في الحقل بمحلول منها.

كذلك يبطىء «ماليك هايدرازايد» نمو نباتات المسطحات الخضراء وبذلك يقلل عدد مرات الحش اللازمة للحصول على مسطح أخضر جميل.

ويستخدم مثبط النمو (chlormequat) لتثبيط النمو الطولي لبعض نباتات الزينة دون التأثير على وقت أو كمية أو حجم إزهارها. وبذا يمكن تقليل المساحة التي تشغلها النباتات في الصوب الزجاجية.

٨ ـ يمكن استخدام حمض الأبسسيك لتنظيم النتح وذلك بمعاملة النباتات بها لمقاومة الجفاف المؤقت بأقل الأضرار.

(٨,٥) مكافحة الآفات الزراعية Agricultural Pests Control

تم استخدام طرق عدة لمكافحة الآفات الزراعية، فقد استخدمت المبيدات، لقتل الكثير من المجموعات الحشرية، غير أن اكتساب بعض أنواع الحشرات للمناعة ضد مبيدات تقليدية مثل الـ د. د. ت (DDT) والخوف من تلوث البيئة، والإخلال بالتوازن بين الحشرات النافعة والضارة، أدت هذه العوامل للبحث عن طرق أخرى جديدة لاستخدام المبيدات. وقد أمكن التوصل إلى بعض النجاح في:

١ ـ إنتاج مبيدات حشرية تخصصية.

٢ ـ التحكم آليا في خلط ورش المبيدات للتقليل من المفقود.

٣ ـ إضافة المبيدات الحشرية إلى مياه الري.

٤ ـ حقن المبيدات الحشرية مباشرة، في سوق أشجار الفاكهة والغابات، بدلا من رشها.

كما تم استخدام ما يسمى بالمقاومة الحيوية وفيها تستخدم المفترسات الحشرية والطفيليات والميكروبات الدقيقة وتعقيم الذكور في مكافحة الحشرات. كذلك يعمل مربو النباتات على تربية عينات مقاومة للآفات الزراعية، وذلك عن طريق نقل صفات المقاومة من نباتات برية بها صفات المقاومة.

وأخيرا تم استحداث المقاومة الشاملة، وهي الجمع بين كل الطرق المذكورة أعلاه، بطريقة لا تخل بالتوازن الطبيعي بين الحشرات النافعة والضارة، ولا تؤثر على نوعية أو كمية الإنتاج فيما يسمى «بمعايشة الحشرات الضارة». ولابد من إجراء الدراسات الحقلية للتعرف على طبيعة حياة المجموعات الحشرية المختلفة للوصول إلى أفضل الطرق في مقاومتها. وقد تم استخدام مصائد الضوء، وهرمونات الحشرات الجنسية، والحاسب الآلي، في عمليات حصر ومعرفة المجموعات الحشرية المختلفة في الحقول.

(٦ , ٨) التسميد Fertilization

مع الزيادة المستمرة في سكان العالم، والحاجة إلى الغذاء، والنقص في الموارد الطبيعية المتاحة، كان لابد من استخدام الكثير من الأسمدة لتحقيق أقصى زيادة في إنتاجية الأراضي المزروعة. ولكن ارتفاع تكاليف إنتاج الأسمدة، وتلوث البيئة، أديا إلى التريث في استعمالها، مما حدى بالشركات المنتجة للأسمدة محاولة إيجاد طرق أخرى، تمكن من الحصول على توازن اقتصادي وبيئي، بين استخدام الأسمدة الكيميائية والإنتاج الزراعي.

وقد تم استخدام الحاسب الآلي، في خلط وتصنيع الصيغ الكيميائية للأسمدة المختلفة. وإيجاد طرق جديدة لتقليل تبخر الأسمدة الطيارة بتغليفها بمواد بلاستيكية، واستخدام الخاصية الأزموزية في حصول النبات على حاجته منها. وفي أشجار الفاكهة والغابات، يتم حقن العناصر الغذائية الصغرى مباشرة في سوقها. وهنالك بعض التجارب الأولية لإضافة الأسمدة إلى مياه الري أو رشها على أجزاء النبات الخضرية مع المبيدات الحشرية وفي ذلك توفير للعمالة والوقت.

يعتبر سماد النيتروجين من أهم الأسمدة التي تحتاج إليها النباتات لتكوين البروتينات، ولا تستطيع معظم النباتات استغلال نيتروجين الهواء الجوي مباشرة إلا بواسطة البكتريا المثبتة للنيتروجين. وتعيش بعض البكتريا المثبتة للنيتروجين، مثل

الـ *Azotobacter* حرة في التربة، ورمية على المواد الميتة. بينما تعيش الـ *Rhizobium*، متكافلة مع جذور النباتات البقولية. وقد بدأ العلماء محاولة نقل خاصية التعايش المتكافل بين جذور محاصيل الحبوب (والمعروف أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من سماد النيتروجين) وبكتريا الـ *Rhizobium* وذلك عن طريق الهندسة الوراثية (genetic engineering).

(٨,٧) مصادر جديدة للغذاء في المستقبل
New Sources of Food in the Future

ظهرت مسألة الأمن الغذائي سياسيا واقتصاديا، كموضوع ذو أهمية قصوى في كثير من بلدان العالم. وحرصت كل دولة، أو مجموعة دول، على تأمين مصادر للغذاء من داخلها، معتمدة على استغلال مواردها الطبيعية، وقواها البشرية. وقد أصبح الغذاء من أخطر الأسلحة في عالمنا هذا، المليء بالأزمات والضغوط السياسية والاقتصادية. وبدأ العلماء يبحثون عن إمكانية حل أزمة الغذاء العالمية وكان أول ما فكروا فيه إمكانية زراعة الأراضي البور، وفي معظمها صحارى. ولكنهم وجدوا أن إنتاج كيلوجرام واحد من القمح في الصحراء يحتاج إلى ٢ ـ ٣ أطنان ماء، ونحن نعلم سلفا أن الزحف الصحراوي، على الأراضي الزراعية ونضوب مصادر المياه العذبة الكافية للزراعة، من أهم العوامل التي عاقت، وما زالت تعيق، التوسع الزراعي في الكثير من أقطار العالم.

وجرت محاولات زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية، وتم الحصول على بعض النجاح، بإضافة كميات كبيرة من الأسمدة قد تصل إلى ٥٠٠ مليون طن في العام وكان ارتفاع تكلفة إنتاج الأسمدة وتلوث البيئة، العاملين الأساسيين، اللذين أديا إلى التفكير في طرق أخرى لزيادة الإنتاج.

واتسعت الفجوة بين عدد السكان، وكمية الغذاء المنتج. ولهذا فقد اتجهت أنظار العلماء إلى تطبيق التقنية، لتحويل بعض النواتج التي غالبا ما ترمي مثل فضلات

مزارع ومذابح الحيوانات، من بيض وبقايا بيض وعظام ودم وخلافه، واستعمالها كغذاء لحيوانات اللحوم ومزارع الأسماك. كذلك العمل على تصنيع مصادر جديدة للغذاء. وتوصل العلماء إلى بعض الاقتراحات، كبدائل للمصادر الحالية. وكان منها:

١ ـ استغلال ثروات البحر الحيوانية والنباتية

تغطي مياه البحر حوالي ٧٠٪ من سطح الأرض. وقد تمكن الإنسان من توفير بعض احتياجاته الغذائية منها، وذلك بواسطة استخدام طرق الصيد التقليدية. وقد دلت التجارب أخيرا على أنه يمكن تحسين زيادة إنتاجية البحر الغذائية، بواسطة استخدام طرق جديدة للصيد. فقد تمكن اليابانيون والأمريكيون مثلا من «استغلال» «أسماك» الدولفين (dolphins) لجمع الأسماك الأخرى في مجموعات أو قطعان كبيرة، وقيادتها نحو شباك الصيد.

كذلك يمكن زيادة الغذاء المنتج من البحر، بواسطة التوسع في مزارع الأسماك، وفيها تربى الأسماك ويتم تكاثرها تحت ظروف بيئية يمكن التحكم فيها. وقد استخدمها الصينيون وقدماء الرومان من قبل، ويستخدمها الأمريكيون الآن في زراعة بعض المنتجات البحرية غالية الثمن مثل الربيان (shrimps) ويمكن استخدام مزارع الأسماك في زراعة الأسماك الأخرى. ويحاول الباحثون أيضا الاستفادة من بقايا الأسماك التي يتم رميها، وذلك بتحويلها إلى «وجبة سمكية». وتستخدم هذه الطريقة حاليا في إنتاج وجبات سمكية لغذاء الحيوانات الأليفة. كما يمكن الاستفادة من الكثير من أسماك أعماق البحار التي لا يستساغ طعمها الآن بعد معاملتها بطرق علمية تؤدي إلى إمكانية أكلها.

وبالنسبة لثروات البحر النباتية فقد تمكن الصينيون من استخدام الطحالب المائية كمصدر للبروتين. وتعتبر الطحالب، خاصة طحالب المياه العذبة، أكثر النباتات مقدرة على تحويل ضوء الشمس إلى طاقة، وأعلاها محتوى بروتين (٧٠ ـ ٧٥٪). وتعادل القيمة الغذائية للطحالب، سواء كانت طازجة، مجمدة، أو في شكل مسحوق، حوالي ٦٠٪ من القيمة الغذائية للبيض. ويمكن زراعة الطحالب بسهولة ويسر، في محاليل كيميائية مما يساعد على زيادة الإنتاج.

٢ ـ إحلال البروتين النباتي محل البروتين الحيواني

تحتوي اللحوم على كمية بسيطة من البروتين، إذا ما قورنت ببعض النباتات. كما وأن إنتاج البروتين الحيواني أكثر تكلفة من البروتين النباتي. فلحم الأبقار مثلا، يحتوي على ١٦٪ بروتين. ولابد من توفير المكان اللائق للأبقار، والطاقة اللازمة لإنتاج الأعلاف (بعضها يحتوي على بروتين أكثر مما يحتويه لحم الأبقار) لإطعام أبقار الذبح.

ونباتات البقول مثلا ذات محتوي عالي للبروتين. وتحتوي أوراق نبات الدخان، على كميات كبيرة من البروتين. ففي خلال ستة أسابيع من زراعة النبات، يمكن الحصول على ٧٠ طن من الأوراق للهكتار الواحد. مع إمكانية إعادة الحصاد، اثنتين، أو ثلاث مرات في الموسم الزراعي الواحد. ولا خوف من النيكوتين إذ يتم تكوينه في جذور النبات وينتقل إلى الأوراق في الأسبوع السادس من الزراعة. ولكن العائق الوحيد هو إمكانية هضم السليلوز بواسطة الإنسان ويحاول العلماء إيجاد طرق بسيطة، تساعد الإنسان على الاستفادة من هذا البروتين.

وعموما سيزداد الاعتماد على النباتات، لإيفاء احتياجات الإنسان البروتينية. وهناك الكثير من المنتجات الغذائية، نباتية المصدر، حيوانية النكهة مثل «لحم العرهون» الذي ينتج الآن في المملكة المتحدة واليابان والولايات المتحدة الأمريكية.

٣ ـ استخدام طرق الهندسة الوراثية

يعلق الكثير من العلماء آمالا كبيرة على طرق «الهندسة الوراثية» (genetic engineering) للتغلب على نقص الغذاء في العالم. وتعتمد طرق هندسة الوراثة على نقل خاصية مرغوب فيها من كائن إلى كائن آخر ذو خواص مرغوب فيها، ولكنه يفقد هذه الخاصية. ويعتبر علم هندسة الوراثة من العلوم الجديدة. وتجري حاليا دراسات لإحلال مستعمرات من البكتريا محل اللحوم، خاصة وأن ٨٠٪ من الوزن الجاف للبكتريا غالبا ما يكون بروتين. وتكلفة إنتاجها قليلة بالمقارنة مع إنتاج اللحوم. ولكن هناك تحفظات شديدة في كل أبحاث هندسة الوراثة، خوفا من المخاطر التي قد تحدث،

نتيجة الحصول على هجين جديدة من البكتريا ذات صفات جانبية خطرة على حياة البشر.

٤ ـ بروتين من تخمير البترول ومشتقات النواتج العضوية الأخرى

الحصول على بروتين بواسطة الخميرة والبكتريا الأخرى معروف، حيث ينتج عند تخمير مواد غذائية عدة منها اللبن والجبن. وتجري الأبحاث في الوقت الحالي، لإيجاد طرق لاستغلال هذه الكائنات الدقيقة، التي لا تحتاج لضوء الشمس لإنتاج بروتين ـ أحيائي (bio - protein) وقد تم إنتاج بروتين ـ أحيائي من تخمير البترول في إيطاليا من الـ (hydrocarbides) ووجد أنه يحتوي على مواد سامة على حيوانات التجارب ومنع إنتاج البروتين ـ الأحيائي للاستهلاك الإنساني. وسمح بإنتاجه لتغذية الحيوانات. وتجري الأبحاث في محاولة لإيجاد طرق سهلة ورخيصة للحصول على هذا النوع من البروتين، خاليا من المواد السامة، التي قد تسبب بعض الأضرار للإنسان.

الفصل التاسع

الإنتاج الزراعي في المملكة العربية السعودية*

● المحاصيل الحقلية ● محاصيل الخضر
● محاصيل الفاكهة ● المراعي الطبيعية ● الغابات

تعد الزراعة في المملكة العربية السعودية من الأنشطة الاقتصادية المهمة خاصة في السنوات الأخيرة. وتهدف السياسة الزراعية الحالية في المملكة إلى تنمية الإنتاج الزراعي على أسس علمية سليمة، وذلك لإيجاد نوع من التوازن بين القطاعات الإنتاجية المختلفة، نظرًا لأن المملكة تعد من الدول التي تعتمد على استيراد نسبة كبيرة من احتياجاتها الغذائية، حيث تشكل وارداتها من المواد الغذائية عبئًا على ميزان المدفوعات، يزداد عامًا بعد آخر بازدياد عدد السكان الوطنيين والوافدين. كما أدت زيادة دخل الفرد إلى زيادة استهلاك المنتجات الزراعية المختلفة، مما يستوجب الاهتمام بتنمية القطاع الزراعي ورفع كفاءته الإنتاجية.

ومما لا شك فيه أن التباين الكبير في الظروف البيئية السائدة في المملكة، قد أدى إلى تباين في كمية الإنتاج الزراعي ونوعيته في المناطق المختلفة.

ونظرًا لأهمية الإنتاج الزراعي في المملكة، فإنه من الضروري التطرق إلى أنواع المحاصيل الزراعية المهمة والرقعة التي يشغلها كل منها لما لهذا من أهمية.

(٩، ١) المحاصيل الحقلية Field Crops

(٩، ١، ١) القمح ـ الحنطة Wheat (triticum spp.)

يعد القمح أهم المحاصيل الغذائية في العالم؛ لأنه المصدر الأول للخبز، ولأن

*محمد عمر غندورة، محمود محمد حبيب، طه عبدالله نصر وعبدالرحمن الطيب عبدالحفيظ

حبـوب القمـح تحتوي على مادة الجلوتين، والتي تجعل دقيق القمح أنسب من دقيق الحبـوب الأخـرى لصناعة خبز ممتاز يرغبه الإنسان، لذلك فإنه يشغل أكبر مساحة مزروعة مقارنة بمحاصيل الحبوب الأخرى، حيث يزرع منه حوالي ٢٢٠ مليون هكتار عام ١٩٩٢م (جدول ١ , ٩)، وهذه المساحة موزعة على عدد كبير من مناطق إنتاجية في العالم. ولذلك نرى أن القمح يحصد يوميًا في مكان ما على سطح الكرة الأرضية. وهو يزرع في جميع دول المناطق المعتدلة، وفي معظم المناطق تحت الاستوائية، كما يزرع في الأجزاء المرتفعة في بعض دول المناطق الحارة (الخشن وآخرون، ١٩٨٠م).

أما في الوطن العربي فنجد أن مصر تنتج أكبر كمية من القمح يليها كل من: المملكة العربية السعودية وسوريا والجزائر وتونس على التوالي، وذلك حسب إحصائيات عام ١٩٩٢م.

جدول (١ , ٩). المساحة ومتوسط الإنتاج لأهم المحاصيل الحقلية في العالم.

المحصول	المساحة ١٠٠٠ هكتار		متوسط الإنتاج كجم/ هكتار		الإنتاج الكلي ١٠٠٠ طن متري	
	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م
القمح	٢٣٦٢٠٧	٢٢٠٠٠٧	١٩٠٥	٢٥٦١	٤٢٥٤٧٨	٥٦٣٦٤٩
الشعير	٩٣٧٤٤	٧٣٤٤٩	٢٠٦٨	٢١٨٠	١٩٣٨٥٢	١٦٠١٣٤
الذرة الرفيعة	٥٢٣١٩	٥٤٦٩٥	١٣١٠	١٢٨٨	٦٨٥١٤	٧٠٤٤٨
الدخن	٥٤٥٢٤	٣٧٨٥٠	٦٦٢	٧٥٤	٣٦٠٩١	٢٨٥٥٠
الذرة الشامية	١١٨٠٥٩	١٣٢٢٦	٣٠٨٣	٣٩٨٠	٣٦٢٩٢٧	٥٢٦٤١٠
السمسم	٦٤٦٣	٦٩٤٥	٣٠١	٣٥٠	١٩٤٤	٢٤٣٣

المصدر: كتاب منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ـ روما، العدد ٣٢ (١٩٧٨م)، والعدد ٤٦ (١٩٩٢م).

لقـد اهتم المسؤولـون بالمملكة، في السنوات الأخيرة، بزيادة إنتاج القمح عن طريق التوسع الأفقي والرأسي، لضمان تدفق قدر كبير من محصول القمح يكفي لسد الاحتياجات المحلية. ونتيجة لهذا الاهتمام تضاعفت المساحة المزروعة والإنتاج خلال السنوات الأخيرة عدة مرات، حيث ازدادت المساحة من ٦٠ ألف هكتار عام ١٩٧٨م

إلى ٩٠٧ آلاف هكتار عام ١٩٩٢م، كما ازداد الإنتاج من حوالي ١٢٠ ألف طن عام ١٩٧٨م إلى أكثر من ٤ ملايين طن عام ١٩٩٢م (جدول ٢ , ٩).

جدول (٢ , ٩). المساحة ومتوسط الإنتاج لأهم المحاصيل الحقلية في المملكة.

المحصول	المساحة ١٠٠٠ هكتار		متوسط الإنتاج كجم/ هكتار		الإنتاج الكلي ١٠٠٠ طن متري	
	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م
القمح	٥٩,٩١٢	٩٠٧,٠١٠	٢٠٤٥	٤٤٨٧	١١٩,٩٢٨	٤٠٦٩,٥٨١
الشعير	٨,٠٢٢	٦٠,٤٢٧	١٨٥١	٦٧١٦	١٤,٨٤٥	٤٠٥,٨٢١
الذرة الرفيعة	٣٠٢,٤٦٧	٩٤,٣٩٤	٥٠٣	١٥٢٨	٥٢,٠٦٤	١٢٧,٩٦٢
الدخـــن	٣٣,٥٥١	٢,٥٢٩	٣٨٧	٢٤٤٣	١٢,٩٧٨	٧,٠١٩
الذرة الشامية	٠,٨١٢	٠,٩٢٧	١٦٢٥	٢٣٧٠	١,٣١٩	١,٨٦٦
السمسم	١,١٧٥	٠,٧٤٣	١١٣١	٨٦٨	١,٣٢٩	٠,٤٢٧

المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

ويزرع القمح في جميع الإمارات الرئيسية في المملكة (جدول ٣ , ٩) ما عدا إمارة جيزان لعدم ملاءمتها مناخيًا لإنتاج القمح. وأكبر إنتاج من القمح يوجد في إمارة الرياض، تليها إمارات القصيم وحائل وتبوك والمنطقة الشرقية على التوالي.

(٢ , ١ , ٩) الشعير Barley (hordeum vulgare)

يزرع الشعير في معظم دول المناطق المعتدلة، وفي كثير من دول المناطق تحت الاستوائية. كما يزرع في الأجزاء المرتفعة في المناطق الاستوائية. ولقد تراجعت مساحة الشعير في العالم خلال السنوات الأخيرة من حوالي ٩٤ مليون هكتار عام ١٩٧٨م إلى حوالي ٧٣ مليون هكتار عام ١٩٩٢م (جدول ١ , ٩). وبالنسبة للمملكة فقد زادت المساحة المنزرعة من الشعير من حوالي ٨ آلاف هكتار عام ١٩٧٨م إلى حوالي ٦٠ ألف هكتار عام ١٩٩٢م، وزاد الإنتاج من ١٥ ألف طن عام ١٩٧٨م إلى حوالي ٤٠٦ آلاف طن عام ١٩٩٢م (جدول ٢ , ٩).

جدول (٩,٣). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول القمح في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/ هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	٢٠٩,٠	٤٠٧	١٩٤٧	١١٤٠٦٧	٣٠٧٢١	٣٧١٣
الريـــاض	١٥٠٠١,٣	٣٧٣٢٤	٢٤٨٨	١٧٣٨٥٩٨	٤٠٨٩٠٥	٤٢٥١
القصـيم	٩٧٦,٤	٢٤٧٥١	٢٢٥٥	١٢٣٥٩٠٦	٢٨٥٤٢٦	٤٣٣٠
حائـــل	١١٢٨,٨	٢٤٧٥	٢١٩٣	٦٢٨٣٢٠	١٠٠٠٦٦	٦٢٧٩
تبـــوك	٢١٦,٠	٦٧٧	٣١٣٤	٢٤٠٨٤٣	٤٨٤٣٣	٤٩٧٣
المدينة المنورة	١٤٢١,٠	٢٦٤٩	١٨٦٤	١٢٧١٣	٣٧٨٥	٣٣٥٩
مكـة المكرمـة	٧٥٣١,٨	٦٢١٨	٨٢٦	٩٢٨٦	٤٦٦٤	١٩٩١
عسـير	١٦٦٢٧,٠	٣٣٣٩٩	٢٠٠٩	١٤٩٩٢	٤٧٦٩	٣١٤٤
الباحــة	٤٥٦٩,٢	٥٧٨٠	١٢٦٥	٨٣١٠	٥٤٤٤	١٥٢٧
جيـــزان	—	—	—	—	—	—
نجــران	٢٢٣١,٨	٦٢٤٨	٢٨٠٠	٨٠٩٠	٣٢٠٠	٢٥٢٨
سكاكا/الجوف	—	—	—	٣٩٣٧٢	٧١١٤	٥٥٣٤
الحدود الشمالية	—	—	—	٢٣٥٥	٧٩٥	٢٩٦٢
القريــات	—	—	—	١٦٩٩٨	٣٦٨٦	٤٦١٢
المملكة	٥٩٩١٢	١١٩٩٢٨	٢٠٠٢	٤٠٦٩٨٥١	٩٠٧٠٠٦	٤٤٨٧

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

أما بالنسبة للوطن العربي، فتحتل الجزائر الصدارة بالنسبة لإنتاج الشعير يليها كل من: سوريا والمغرب وتونس والمملكة العربية السعودية والعراق ومصر وليبيا على التوالي.

وتنتشر زراعة الشعير في الإمارات الرئيسية في المملكة، ما عدا إمارة جيزان، لارتفاع درجة الحرارة بها طول العام. وأكبر إنتاج من الشعير يوجد في إمارة الرياض

تليها إمارة حائل، ثم المنطقة الشرقية فالقصيم ثم تبوك وسكاكا/الجوف (جدول ٤ , ٩).

جدول (٤ , ٩). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الشعير في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	٥,٩	٥	٨٤٨	٤٩٢٦٢	٧٣٩٩	٦٦٥٨
الريـــاض	٤٤٥,٧	٧٠٨	١٥٨٩	١٥٦٧٩٤	٢٨٧٦٠	٥٤٥٢
القصـيم	١٣٠٨,٣	١٩٥٠	١٤٩١	٣٩١٥٦	٧٢٠٠	٥٤٣٨
حائـــل	٨٨,٨	١٨٥	٢٠٨٣	٩٨٣٥١	٩٥٩٤	١٠٢٥١
تبـــوك	٥٩,٢	١٦١	٢٧٢٠	٣٤٢١٧	٣٤٥٢	٩٩٢٢
المدينة المنورة	٢٠١,٠	٢٤٢	١٢٠٣	٦٨٠	٢٣٧	٢٨٦٩
مكـة المكرمـة	١٠٥٥,٢	١٢٥٥	١١٨٩	٤٢٨	٤٩٢	٨٧٠
عســير	٣٧٨٠,٢	٨٨٥١	٢٣٤١	١٢٥٦	٢٨٩	٤٣٤٦
الباحـــة	١٠٧٢,٣	١٧٧٥	١٦٥٥	١٤	٩	١٥٥٦
جيـــزان	—	—	—	—	—	—
نجـــران	٤,٨	١٣	٢٧٠٨	٤٤	٢٠	٢٢٠٠
سكاكا/الجوف	—	—	—	٢٥٦٢٤	٢٩٧٦	٨٦١٠
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريـــات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٨٠٢٢	١٤٨٤٥	١٨٥١	٤٠٥٨٢٦	٦٠٤٢٧	٦٧١٦

المصدر: الكتـاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٣ , ١ , ٩) الذرة الرفيعة Sorghum (sorghum bicolor)

الـذرة الـرفيعة من النباتات التي تتحمل الحرارة الشديدة. وتدخل بذور الذرة البيضـاء في علائق الحيوانـات والـدواجن، كما تستخـدم نبـاتـاتـه الخضراء كعلف

للحيوانات. بينما يستخدم الطحين في عمل الخبز في بعض مناطق العالم وخاصة بعض الدول الأفريقية والهند.

أما في الوطن العربي فيحتل السودان الصدارة في المساحة المزروعة والإنتاج، يليها كل من: اليمن والصومال والمملكة العربية السعودية ومصر وموريتانيا والمغرب على التوالي.

وتشغل الذرة الرفيعة مساحة كبيرة في المملكة، موزعة تقريبًا على معظم الإمارات ما عدا إمارتي حائل والجوف. وتزرع جيزان أكبر مساحة من الذرة الرفيعة، إذ تبلغ حاليًا ٩٣٧٢٩ هكتارًا. وقد زاد متوسط الإنتاج إلى ١٤٤٤ كجم للهكتار عام ١٩٩٢م (جدول ٩,٥) ويعد متوسط إنتاجية وحدة المساحة بالمملكة منخفضًا بالمقارنة ببعض دول العالم. وقد يرجع هذا الانخفاض في الإنتاج إلى كثير من العوامل وأهمها عدم زراعة الأصناف المحسنة، وعدم الزراعة في المواعيد المناسبة، وكذلك عدم اهتمام المزارع بالمحصول والاعتناء به.

(٤, ١, ٩) الدخـن Pearl millet (pennisetum americanum)

الدخن محصول صيفي، تستعمل بذوره في تغذية الطيور، كما يمكن طحنها لعمل الخبز، تزرعه بعض الدول بغرض استخدامه ـ أساسًا ـ كعلف أخضر للحيوانات، ولو أن البعض يزرعه للغرضين معًا.

كانت مساحة الدخن في العالم حوالي ٥٤ مليون هكتار عام ١٩٧٨م انخفضت إلى حوالي ٣٨ مليون هكتار عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١). أما بالنسبة للوطن العربي، فتحتل السودان الصدارة في المساحة المزروعة من الدخن يليها كل من: مصر واليمن والمملكة العربية السعودية والصومال وموريتانيا على التوالي.

وتنتشر زراعة الدخن في إمارات مكة المكرمة والمدينة المنورة والباحة وعسير ونجران وأقل إنتاج في حائل، بينما لا يزرع في باقي الإمارات، ويوضح الجدول (٩,٦) الإنتاجية في الإمارات السابقة بالمملكة.

جدول (٥, ٩). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الذرة الرفيعة في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	—	—	—	—	—	—
الرياض	١٠٤٧,٦	٤٨٥٥	٤٦٣٤	—	—	—
القصيم	٢٣٩٧,٣	١٦٢٣	٦٧٧	—	—	—
حائل	—	—	—	٦٤٦	٢٣	٢٨٠٨٧
تبوك	—	—	—	—	—	—
المدينة المنورة	١,٧	٢	١١٧٧	—	—	—
مكة المكرمة	٧٤٩٤٠,٣	٤٤٠٩٤	٥٨٨	٢٣٧٠٤	١٦٣٥٧	١٤٤٩
عسير	٢٥٢٦١,٤	٥٦٧٨٩	٢٢٤٨	٩٧٧١	٢٩٧٨	٣٢٨١
الباحة	٣٦٠٣,٤	٤٠٧٨	١١٣٢	٢١٢٩	٩٠٦	٢٣٥٠
جيزان	١٩٥٠٥٢,٣	٤٠٣٤٨	٢٠٧	١٣٥٣٥٠	٩٣٧٢٩	١١٤٤
نجران	١٦٣,٤	٢٧٥	١٦٨٣	٣٩٢٩	٩٠٥	٤٣٤١
سكاكا/الجوف	—	—	—	—	—	—
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٣٠٢٤٦٧,٤	١٥٢٠٦٤	٥٠٣	١٧٥٥٢٩	١١٤٩٠٠	١٥٢٨

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٥, ١, ٩) الذرة الشامية Maize (zea mays)

تعد الذرة الشامية من أهم محاصيل الحبوب التي تستعمل كغذاء للإنسان، وكعلف للحيوانات والدواجن. وهي من المحاصيل الصيفية المهمة في العالم لأهميتها الغذائية، ولإنتاجها العالي لوحدة المساحة. ولقد ازدادت المساحة العالمية من الذرة خلال السنوات الأخيرة من ١١٨ مليون هكتار عام ١٩٧٨م إلى حوالي ١٣٢ مليون

جدول (٦ , ٩). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الدخن في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/ هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	–	–	–	–	–	–
الريـــاض	١٨٦ , ١	٢٠٧	١١١٢	–	–	–
القصيـم	–	–	–	–	–	–
حائــــل	–	–	–	٨	٣	٢٦٦٧
تبـــوك	–	–	–	–	–	–
المدينة المنورة	٢٧ , ٣	٣٨	١٣٩٢	١٠٢١	٢٠٢	٥٠٥٤
مكـة المكرمـة	٥٧٠٨ , ٨	٤٨٥٥	٨٥٠	٧٢٧٧	٣٣٨٥	٢١٥٠
عسـير	١٢٠٢ , ٥	١٧٢٣	١٤٣٣	٤٠٨	٦٤	٦٣٧٥
الباحــة	٥٦٥ , ٧	٤٤٦	٧٨٨	٤٩٢	١٣٤	٣٦٧٢
جيـــزان	٢٥٨٦٠ , ٧	٥٧٠٩	٢٢١	١٢٩٦	٥٣٣	٢٤٣٢
نجـــران	–	–	–	١٠١	١٩	٥٣١٦
سكاكا/ الجوف	–	–	–	–	–	–
الحدود الشمالية	–	–	–	–	–	–
القريـــات	–	–	–	–	–	–
المملكة	٣٣٥٥١	١٢٩٧٨	٣٨٧	١٠٦٠٣	٤٣٤٠	٢٤٤٣

المصدر: الكتـاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

هكتار عام ١٩٩٢م. ويبلغ الإنتاج حوالي ٣٠٠٠ كجم/هكتار عام ١٩٧٨م وارتفع إلى حوالي ٣٩٨٠ كجم/هكتار عام ١٩٩٢م (جدول ١ , ٩).

أما بالنسبة للدول العربية فتنتج مصر أكبر كمية من الذرة الشامية، يليها كل من: المغرب وسوريا والصومال والعراق وموريتانيا والسودان والمملكة العربية السعودية على التوالي.

وتزرع الذرة الشامية في المملكة في سبع إمارات هي إمارات: الرياض وحائل ومكـة المكـرمة وعسير والباحة وجيزان ونجران، بينما لا تزرع الذرة الشامية في باقي الإمارات بالمملكة (جدول ٧ , ٩).

جدول (٧ , ٩). تقـديـر المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الذرة الشامية في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	—	—	—	—	—	—
الريـــاض	٨٦,٣	١٨٨	٢١٧٩	٣	٣٨	١٢٦٦٧
القصـيم	٥,٠	١٠	٢٠٠٠	—	—	—
حائـــل	—	—	—	١٠٦٥	٦٦٠	١٦١٤
تبـــوك	١,١	١	٩٠٩	—	—	—
المدينة المنورة	٧,٥	٢	٢٦٧	—	—	—
مكـة المكرمـة	٢٤٩,٨	٢٩٨	١١٩٣	٥٤٠	١٦٣	٣٣١٣
عسـير	٦٠,٦	١٠٤	١٧١٦	٦٩٠	٧٩	٨٧٣٤
الباحـــة	١٨٨,١	٦٦١	٣٥١٤	١٩٣	١٠٣	١٨٧٤
جيـــزان	٢١٣,٥	٥٥	٢٥٨	٢٥٩٤	١١٤٣	٢٢٧٠
نجـــران	—	—	—	٢٢	١٦	١٣٧٥
سكاكا/ الجوف	—	—	—	—	—	—
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريـــات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٦٩٢,٦	٨١٢	١٣١٩	٥١٤٢	٢١٦٩	٢٣٧١

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٦ , ١ , ٩) السمسم Sesame (sesamum indicum)

السمسم محصول صيفي، يُزرع لغرض الحصول على بذوره التي تستعمل كغذاء للإنسان، كما يستخرج منها الزيت. وتصل نسبته إلى ٥٤٪. كما يدخل زيته في كثير

من الصناعات، وتستعمل مخلفات بذوره في صناعة الكسب الذي يستخدم غذاء للماشية.

وقد بلغت المساحات العالمية المزروعة به أكثر من ٦,٩ مليون هكتار، والإنتاج الكلي حوالي ٢,٤ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١). أما بالنسبة للوطن العربي فتحتل السودان الصدارة يليها كل من: الصومال وسوريا ومصر والعراق واليمن والمملكة العربية السعودية على التوالي.

ويزرع السمسم في المملكة خاصة في مناطق مكة المكرمة وجيزان وعسير، وتقدر المساحات المزروعة بما يزيد قليلاً على الألف هكتار عام ١٩٧٨م تنتج حوالي ١٣٣٠ طنًا، وقد ازدادت هذه المساحة حتى وصلت إلى حوالي ٣٥٠٠ هكتار تنتج ٤٠٥٠ طنًا عام ١٩٩٢م (جدول ٩,٨).

(٩,١,٧) البرسيم الحجازي ومحاصيل الأعلاف الأخرى Alfalfa (medicago sativa)

يعد محصول البرسيم الحجازي من أفضل أنواع العلف، لاحتوائه على نسبة عالية من المواد البروتينية والفيتامينات، ولكونه أكثر استساغة للحيوانات، كما أنه سهل الهضم. ولأنه محصول بقولي معمر، فإنه يمد مربي الحيوانات بالعلف الأخضر طوال شهور السنة، حيث يعطي حوالي ٩ ـ ١٢ حشة في السنة تحت الظروف البيئية السائدة في المملكة.

تنتشر زراعته في إمارات: الرياض والقصيم وحائل والمنطقة الشرقية وتبوك (جدول ٩,٩) وتقدر المساحة المزروعة منه بحوالي ١٧ ألف هكتار عام ١٩٧٨م، ازدادت إلى حوالي ٦٨ ألف هكتار عام ١٩٩٢م.

وتولي المملكة محاصيل الأعلاف المختلفة عناية كبيرة، لمقابلة الزيادة الكبير في مشروعات الإنتاج الحيواني. ونتيجة لذلك زادت المساحة المزروعة من هذه الأعلاف من حوالي ٢٥ ألف هكتار عام ١٩٧٨م إلى حوالي ١٣٣ ألف هكتار عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١٠).

جدول (٩,٨). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول السمسم في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	–	–	–	–	–	–
الرياض	–	–	–	–	–	–
القصيم	–	–	–	–	–	–
حائل	–	–	–	١٢	٢	٦٠٠٠
تبوك	–	–	–	٤	–	–
المدينة المنورة	–	–	–	–	–	–
مكة المكرمة	١٨٦,٤	١٢١	٦٤٩	٢٩٤٦	٣٧٤٨	٧٧٦
عسير	٩١٩,٦	١١٩٣	١٢٩٧	٣١٠	٢٧	١١١٤٨
الباحة	–	–	–	١	–	–
جيزان	٦٨,٧	١٥	٢١٨	٢٥١	٢٧٢	٩٢٣
نجران	–	–	–	–	–	–
سكاكا/الجوف	–	–	–	–	–	–
الحدود الشمالية	–	–	–	–	–	–
القريات	–	–	–	–	–	–
المملكة	١١٧٤,٧	١٣٢٩	١١٣١	٣٥١٤	٤٠٥٠	٨٦٨

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٩,٢) محاصيل الخضر Vegetable Crops

(٩,٢,١) الطماطم Tomato (lycopersicon esculentum)

تعد الطماطم أهم محاصيل الخضر، وتُنتج في معظم دول العالم. ولقد بلغ الإنتاج العالمي منها حوالي ٤٨ مليون طن في عام ١٩٧٨م ازداد حتى وصل إلى حوالي ٧٠ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١١). وأكثر دول العالم إنتاجًا هي الولايات

جدول (٩,٩). مساحة وإنتاج البرسيم في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط طن/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط طن/هـ
المنطقة الشرقية	١٧٨٧	٢٧٨٣	١٥,٦	٣٣١١	١٣٤١٦	٤,١
الرياض	٤٥١٧	١٣٩٩٥٢	٣١,٠	٣١١٧٦	٤١٨١٥٢	١٣,٤
القصيم	٣١٥٣	٢٨٠٢٥٥	٨٨,٩	١٥٠٣٧	٢٣٣٩٩٥	١٥,٦
حائل	٣٧٦	١٧٠٣٩	٤٥,٣	٧٢٨٠	٩٢٨٤٢	١٢,٨
تبوك	٢٠٨	٥٩٣٩	٢٨,٦	٣١٠٥	٥٠٩٨١	١٦,٤
المدينة المنورة	٦٣١	٢٧٦٥٨	٤٣,٨	١٨٢٢	٧٣٧٣	٤,٠
مكة المكرمة	١٢٥	١٧٢٨	١٣,٨	٩١٣	٥٧١٣	٦,٣
عسير	٤٢٩٨	٩٠٨٩٨	٢١,٢	١٩٣٤	٢٦٩٤٤	١٣,٩
الباحة	٢٤٣	٧٨٢٢	٣٢,٢	١٥٨	١١٠٢	٧,٠
جيزان	—	—	—	—	—	—
نجران	١١٠١	٥٨٥٠	٥,٣	١٥٠٨	١٤٧٦٣	٩,٨
سكاكا/الجوف	—	—	—	١٩٣٧	٣٢٥٧	١,٧
الحدود الشمالية	—	—	—	٣٥	٣١	٠,٩
القريات	—	—	—	١	—	—
المملكة	١٦٤٣٩	٦٠٤٩٧١	٣٦,٨	٦٨٢١٩	٨٦٨٥٧٠	١٢,٧

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

المتحدة الأمريكية، يليها كل من: تركيا والاتحاد السوفيتي (سابقًا) والصين وإيطاليا والهند ثم مصر.

أما في العالم العربي فتحتل مصر الصدارة يليها كل من: المغرب ثم تونس والجزائر والمملكة العربية السعودية والعراق وسوريا وليبيا على التوالي.

أما بالنسبة للمملكة فقد بلغت المساحة المزروعة حوالي ٢٥ ألف هكتار، تنتج حوالي ٤٤٤ ألف طن عام ١٩٩٢م (جدول ١٢,٩). وتُنتج الطماطم في كثير من

جدول (٩,١٠). مساحة محاصيل الأعلاف الأخرى الشتوية والصيفية في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمـــارات	المساحة (هكتار) ١٩٧٨م	المساحة (هكتار) ١٩٩٢م
المنطقة الشرقية	٢٥٢	٣٢٦٨
الريـــــاض	٢٥٨٧	١٣١٤٥
القصــيم	٣٢٧٠	٤٨٠١
حائـــل	٢٧٤	٢٨٢٣
تبـــوك	٦	١١٢٤
المدينة المنورة	١٢١٩	٨٤
مكة المكرمة	٢١٥٤	٣٤٧١٩
عسـير	١١٢٥	٢٩٨٦
الباحـــة	٢١٨٦	٢١٥٠
جيـــزان	١٠٦٧٦	٦٦٧٦٣
نجـــران	١٠٧٢	٧٥٨
سكاكا/الجوف	—	١٦٣
الحدود الشمالية	—	٢٥
القريـات	—	—
المملكة	٢٤٨٢١	١٣٢٨١٠

المصدر: الكتـاب الإحصـائي الـزراعي السنوي العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

إمـارات المملكة. وأهـم هذه الإمارات هي: الرياض ومكة المكرمة وجيزان والمنطقة الشرقية والقصيم ونجران (جدول ١٣ , ٩) وينتج الطماطم كمحصول شتوي وصيفي.

(٩ , ٢ , ٢) الكوسة Squash (cucumber pepo)

تعد الكوسة من محاصيل الخضر، ولقد بلغ الإنتاج العالمي منها حوالي ٥ ملايين طن عام ١٩٧٨م ازداد حتـــى وصـــل إلى ٧,٥ مليون طن عام ١٩٩٢م جدول

جدول (٩,١١). المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لأهم محاصيل الخضر في العالم.

المحصول	المساحة ١٠٠٠ هكتار		متوسط الإنتاج كجم/ هكتار		الإنتاج الكلي ١٠٠٠ طن متري	
	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م
الطماطم	٢٣٥٥	٢٨٩٦	٢٠١٨٩	٢٤٢٨	٤٧٥٤٤	٧٠٤٤٣
البطاطس	١٨٤٠٦	١٨٠٣١	١٤٩٩٩	١٤٨٩٠	٢٧٦٠٧٢	٢٦٨٤٩٢
الباذنجان	٣١٨	٤٠٩	١٣٢٥٥	١٤٠١٥	٤٢١٥	٥٧٣٥
البطيخ	١٩٥٤	١٨٦٢	١٢١٠٩	١٥٢٥٧	٢٣٦٦١	٢٨٤٠٥
الشمام	٤٦٨	٧٦٧	١٣٠٠٦	١٦٢٢٣	٦٠٨٧	١٢٤٤٨
الكوسة	٥٢٣	٦٥٦	٩٦٦٤	١١٣٩٣	٥٠٥٤	٧٤٧٣
البصل الجاف	١٥٤١	١٨٨٣	١٢٥٢٦	١٤٩٩١	١٩٣٠٣	٢٨٢٢٣

المصدر: كتاب منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، روما، العدد ٣٢ (١٩٧٨م)، والعدد ٤٦ (١٩٩٢م).

جدول (٩,١٢). المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لأهم محاصيل الخضر في المملكة.

المحصول	المساحة ١٠٠٠ هكتار		متوسط الإنتاج كجم/ هكتار		الإنتاج الكلي ١٠٠٠ طن متري	
	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م
الطماطم	٠,٤١٠	٥,٠٦١	١١٢٨٠	١٧١٥٢	٤,٦٢٥	٨٦,٨٠٨
البطاطس	٢,٢٠٣	٦,٦٨٣	٩٦٥٦	١١٢٦٦	٢١,٢٧١	٧٥,٢٨٨
الباذنجان	١٠,٤٩٤	٢١,٣٧٣	١٣٣٥٠	١٩٥٤٧	١٤٠,٠٩١	٤١٧,٧٨٥
البطيخ	٠,٩٣٥	٧,٨٤٧	١٧٥٢٧	١٨٦١٤	١٦,٣٨٨	١٤٦,٠٦٧
الشمام	٣,٢٦٣	٦,٤٠٤	٦٩٢٢	٩٩٦٧	٢٢,٥٨٦	٦٣,٨٣١
الكوسة	٣,٦٥٦	١,٦٤٥	٢٥٩٩٣	٥٩٥٢	٩٥,٠٣٢	٩,٧٩١
البصل الجاف	—	—	—	—	—	—

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

جدول (١٣ , ٩). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الطماطم في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/ هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	١٢٣١,٦	٢٥١١٥	٢٠٣٩٢	٧٣٨	٤٤٣٩٦	٦٠١٥٧
الريـــاض	٥٨٩٠,٦	٧٠٩٩٩	١٢٠٥٣	٩٢٧٠	١٥٦٣٠٢	١٦٨٦١
القصـيم	٦٨٨,٩	١٥٩٦١	٢٣١٦٩	١٤٤٧	٣٥٠٥٨	٢٤٢٢٨
حائـــل	١٨١,٢	١٨١٥	١٠٠١٧	٩٣٢	٦٢٢١	٦٦٧٥
تبـــوك	٢٣٥,٩	٢٢٢٦	٩٤٣٦	٦٠١	١٨٢٦٠	٣٠٣٨٣
المدينة المنورة	٣٦٨,٠	٢٣٦٩	٩١٥٥	٤٠٥	١٠٣٦٤	٢٥٥٩٠
مكـة المكرمـة	٤٦٦٠,٢	٢٨١١٣	٦٠٣٣	٥١٤٧	٨١١٧١	١٥٧٧١
عســير	١٠٢٢,٧	٥٧٥٨	٥٦٣٠	١١٨٠	١٤٨٤٧	١٢٥٨٢
الباحـــة	٢٣٧,٠	٢٠٧٧	٨٧٦٤	١٧٣	٩٧٥	٥٦٣٦
جيـــزان	١٢٢,١	٢١٢	١٧٣٦	٣٦٢٩	٤٥٨٣٦	١٢٦٣١
نجـــران	٩٥٦,٥	١٠٨٨٠	١١٣٧٥	١٥١٤	٢٧٥٣٧	١٨١٨٨
سكاكا/ الجوف	—	—	—	١٤٢	٢٧٧٩	١٩٥٧٠
الحدود الشمالية	—	—	—	١٧	٨٣	٤٨٨٢
القريـــات	—	—	—	—	—	—
المملكة	١٥٥٩٤,٧	١٦٦٥٢٥	١٠٦٧٨	٢٥١٩٦	٤٤٣٨٢٩	١٧٦١٥

المصدر: الكتـاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(١١ , ٩). وتحتـل الصـين الصدارة في الإنتاج لهذا المحصول يليها كل من: إيران وأفغانستان ومصر وتركيا والمكسيك على التوالي.

أما بالنسبة للوطن العربي فمصر هي أكبر منتج لمحصول الكوسة يليها كل من: المغـرب وسـوريا والجـزائر والعراق وتونس والسودان على التوالي. وتزرع الكوسة في المملكة كمحصول شتوي وصيفي مؤقت، وتستورد المملكة الكوسة من بعض البلاد

العربية المجاورة لسد الاحتياجات المحلية. أما بالنسبة للإنتاج المحلي، فقد بلغت جملة المساحة المنزرعة ٣٢٦٣ هكتارًا في موسم ١٩٧٧/ ١٩٧٨م تنتج ٢٢٥٨٦ طنًا، بينما بلغت المساحة ٦٤٠٤ هكتارات تنتج ٦٣٨٣١ طنًا عام ١٩٩٢م (جدول ١٤, ٩). وأكثر الإمارات إنتاجًا للكوسة هي إمارات مكة المكرمة والرياض والقصيم ونجران والمنطقة الشمالية على التوالي.

جدول (١٤, ٩). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الكوسة في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	٣٢٠	٣٣٩٣	١٠٥٩٣	٢٣٦	٤٩٩٣	٢١١٥٧
الرياض	١١٣٥	١١٢١٩	٩٨٨٨	١٤٦٠	١٤٤٣٦	٩٨٨٨
القصيم	٣٥٣	١١٢٦	٣١٨٩	٨٧٧	٧٨٣٥	٨٩٣٤
حائل	٦	٢٧	٤٧٣٧	١٣٩	٢٢٢٤	١٦٠٠٠
تبوك	٤٧	٤٤٦	٩٥١٠	١٥	٣٨١	٢٥٤٠٠
المدينة المنورة	٣٦	٢٥١	٧٠٣١	١١٨	١٨٨٥	١٥٩٧٥
مكة المكرمة	٥٠٠	١٦٠٦	٣٢١٣	١٦٧٩	١٦٦٤٦	٩٩١٤
عسير	٧١٦	٣٧٧٢	٥٢٦٦	٣١٧	٣٤٠٨	١٠٧٥١
الباحة	٢	٢٦	١٧٣٣٣	٥٢	١٩٣٠	٣٧١٢
جيزان	٥٩	٢٦	١٠٣٠٠	٧٦٩	٢٤٢٢	٣١٥٠
نجران	٩٠	٤٩٦	٧٧٠٣	٦٠٩	٧٧٤٢	٢٦٩٨
سكاكا/ الجوف	—	—	—	—	—	—
الحدود الشمالية	—	—	—	١٥	٢٣	١٥٣٣
القريات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٣٢٦٣	٢٢٥٨٦	٦٩٢٣	٦٤٠٤	٦٣٨٣١	٩٩٦٨

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٣, ٢, ٩) البطاطس Potato (solanum tuberosum)

تُنتج البطاطس في كثير من دول العالم المعتدلة المناخ. وتبلغ المساحة المزروعة منها في العالم حوالي ١٨ مليون هكتار عام ١٩٧٨م، تنتج حوالي ٢٧٦ مليون طن، ولم تتغير المساحة حتى عام ١٩٩٢م حيث كانت المساحة حوالي ١٨ مليون هكتار أيضًا أنتجت حوالي ٢٦٨ مليون طن (جدول ١١, ٩). وأكثر دول العالم إنتاجًا للبطاطس هي الاتحاد السوفيتي (سابقًا) وهو ينتج حوالي ٢٧٪ من الإنتاج العالمي للبطاطس يليه كل من: الصين ثم بولندا والولايات المتحدة الأمريكية والهند وألمانيا وإنجلترا على التوالي. وبالنسبة للوطن العربي فتحتل مصر مركز الصدارة يليها كل من: المغرب وسوريا ولبنان وتونس على التوالي.

أما بالنسبة للمملكة، فقد بدأ الكثير من المزارعين في السنوات الأخيرة يولون أهمية خاصة لإنتاج البطاطس، وذلك استجابة لزيادة الطلب المستمر عليها، الأمر الذي حدا بوزارة الزراعة والمياه أن تخصص لها برنامجًا يهدف لزيادة إنتاجها كمًا وكيفًا. فكانت هناك الاتفاقية الثنائية مع وزارة الزراعة الهولندية التي تعد من الدول الرائدة في إنتاج البطاطس في العالم. وتهدف هذه الاتفاقية إلى إجراء بعض البحوث التي من شأنها تطوير زراعة البطاطس لزيادة إنتاجيتها، فأجري العديد من التجارب على الأصناف ومواعيد الزراعة والري والعمليات الزراعية التي تهدف جميعها إلى زيادة الإنتاج.

ويصل إنتاج البطاطس حاليا بالمملكة إلى حوالي ٨٧ ألف طن عام ١٩٩٢م. وهي تنتج في العديد من إمارات المملكة كما هو مبين في جدول (١٥, ٩). وتعتبر إمارات حائل والرياض وتبوك والقصيم والمنطقة الشرقية حاليا من أكثر المناطق إنتاجا لهذا المحصول.

(٤, ٢, ٩) الباذنجان Eggplant (solanum melongena)

يُعد الباذنجان من محاصيل الخضر المهمة في كثير من دول العالم، حيث بلغت المساحة المزروعة منه حوالي ٣١٨ ألف هكتار في موسم ١٩٧٨م زادت إلى حوالي ٤٠٩ آلاف هكتار عام ١٩٩٢م، ويبلغ الإنتاج العالمي للباذنجان حوالي ٥,٧ مليون طن (جدول ١١, ٩). تعد الصين أكبر منتج في العالم لمحصول الباذنجان، يليها كل من: تركيا واليابان ومصر وإيطاليا على التوالي. أما بالنسبة للوطن العربي فمصر أكبر الدول

جدول (٩,١٥). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول البطاطس في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	٢	١٦	٨٠٠٠	٢٣٩	٤٤٥٢	١٨٦٢٨
الرياض	٣	٩	٣٦٠٠	١٠٩٩	٢٣٥٤٢	٢١٤٢١
القصيم	—	—	—	٩٤٣	١٧١٣٤	١٨١٧٠
حائل	—	—	—	٢٠٠٤	٢٧٦٠٩	١٣٧٧٧
تبوك	—	—	—	٥٣٥	٩٨٥٩	١٨٤٢٨
المدينة المنورة	١	٢	٢٠٠٠	٦	١٢٤	٢٠٦٦٧
مكة المكرمة	١٢١	١١٢٠	٩٢٩٥	٧٧	٨٩٣	١١٥٩٧
عسير	٢٥١	٣٣٥٣	١٣٣٨٥	١٩	٣٩٥	٢٠٧٩٠
الباحة	١٥	٥١	٣٣٥٥	٨	١٧٣	٢١٦٢٥
جيزان	٩	١٣	١٤١٣	—	—	—
نجران	٩	٦١	٦٧٠٣	٩٠	١٨٢٦	٢٠٢٨٩
سكاكا/الجوف	—	—	—	٤٠	٨٠١	٢٠٠٢٥
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٤١٠	٤٦٢٥	١١٢٨١	٥٠٦٦	٨٦٨٠٨	١٧١٥٢

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

المنتجة يليها كل من: العراق وسوريا والسودان والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة والأردن على الترتيب. وفي المملكة بلغت المساحة المزروعة حوالي ٢٠٠٠ هكتار عام ١٩٧٨م أنتجت حوالي ٢١ ألف طن، زادت إلى ٦٦٨٣ هكتارًا تُنتج حوالي ٧٥ ألف طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١٢). وأكثر الإمارات إنتاجًا لهذا المحصول هي إمارات مكة المكرمة والمنطقة الشرقية والرياض وجيزان وحائل على الترتيب (جدول ٩,١٦).

جدول (٩,١٦). تقدير المساحة والإنتاج ومتوسط إنتاج الباذنجان في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	٦٥٤	٨٩٨٤	١٣٧٤٣	٣١٣	١٣٨٢٥	٤٤١٦٩
الرياض	٤٨٥	٦١٧٣	١٢٧٢٠	١١٩٩	١٣٥٧١	١١٣١٩
القصيم	١٠٣	٧٩٦	٧٧٢١	١٣٠	٢٠٠٦	١٥٣٤١
حائل	٥٨	٣٠٦	٥٢٦٧	٣٨٦	٣٥٣٤	٩١٥٥
تبوك	٣٩	٣٠٥	٧٨٨١	٢٦	٣٣٥	١٢٨٨٥
المدينة المنورة	٤٢	٢٠٥	٤٩٢٨	١٦	٢٣٧	١٤٨١٣
مكة المكرمة	٣٨٣	٩٩٥	٢٥٩٨	٢٨٩٤	٢٧١٧٥	٩٣٩٠
عسير	٣٥٧	٣١٨٧	٨٩٣٢	٢١	٣١٧	١٥٠٩٥
الباحة	—	—	—	٤	٤٨	١٢٠٠٠
جيزان	٤٩	٤٦	٩٣١	١٣٩٦	١٠٨٤٩	٧٧٧٢
نجران	—	—	—	٢٣٠	٢٣٧١	١٠٣٠٩
سكاكا/الجوف	—	—	—	٦٣	١٠٢٠	١٦١٩١
الحدود الشمالية	—	—	—	٦	—	—
القريات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٢١٧٠	٢٠٩٩٧	٩٦٧٧	٦٦٨٣	٧٥٢٨٨	١١٢٦٦

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٩,٢,٥) البصل الجاف Onion (allium cepa)

يعد محصول البصل من المحاصيل المهمة اقتصاديًا، ويزرع في جميع أنحاء العالم. ولقد بلغت المساحة المزروعة حوالي ١,٥ مليون هكتار في عام ١٩٧٨م أنتجت حوالي ١٩ مليون طن، ازدادت إلى ١,٩ مليون هكتـار تُنتج حوالي ٢٨ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١١). وتنتج الصين أكبر محصول يليها كل من: الهند والولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي (سابقًا) ثم تركيا واليابان على التوالي. أما بالنسبة

للوطن العربي فمصر أكثر الدول إنتاجًا لمحصول البصل، يليها كل من المغرب والجزائر وسوريا وليبيا واليمن.

وبالنسبة لمحصول البصل في المملكة، فقد بلغت المساحة المزروعة منه عام ١٩٧٨م حوالي ٣٦٥٦ هكتار انخفضت إلى ١٦٤٥ هكتارًا عام ١٩٩٢م (جدول ١٢, ٩). ويُنتج البصل في أماكن عديدة بالمملكة. وإمارة الرياض هي أكبر المناطق إنتاجًا، تليها إمارة القصيم والمنطقة الشرقية ثم إمارة سكاكا/الجوف على التوالي، كما هو مبين في جدول (١٧, ٩).

جدول (١٧, ٩). مساحة وإنتاج ومتوسط إنتاج البصل الجاف في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	٤٥٨	٦٧٠٦	١٤٦٤٢	١٢١	١٠٠٧	٨٣٢٢
الريـــاض	٧٤٦	١١٣١٤	١٥١٦٦	٣٩٧	٣٦٨٧	٩٢٨٧
القصـــيم	١٩٩٨	٧٣٣٤٨	٣٦٧٢٠	٨٩٣	٣٢٩١	٣٦٧٥
حائـــل	٥١	٧١٧	١٤١٤٠	١٤٣	٨٥٠	٥٩٤٤
تبـــوك	٧٤	١٢٠٧	١٦٣٥٥	٢	٨	٤٠٠٠
المدينة المنورة	٢٤	١٣٥	٥٥٥٦	١١	٢٠٦	١٨٧٢٧
مكـة المكرمـة	٣٧	٣٠٠	٨١٧٤	٢	—	—
عســير	٢٦٧	١٣٠٢	٤٨٨٠	—	—	—
الباحـــة	—	—	—	—	—	—
جيـــزان	—	—	—	—	—	—
نجـــران	—	—	—	٧	٦٦	٩٤٢٩
سكاكا/الجوف	—	—	—	٥٩	٦٦٠	١١١١٨٦
الحدود الشمالية	—	—	—	١١	١٦	١٤٥٥
القريـات	—	—	—	—	—	—
المملكة	٣٦٥٤	٩٥٠٢٩	٢٦٠٠٨	١٦٤٥	٩٧٩١	٥٩٥٢

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

(٦ ,٢ ,٩) البطيخ Watermelon (citrullus lanatus)

بلغ إنتاج البطيخ في العالم عام ١٩٧٨م حوالي ٢٣,٦ مليون طن، وقد ازداد حتى وصل إلى ٢٨,٤ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١٢). وتحتل الصين موقع الصدارة بالنسبة لأقطار العالم، يليها كل من: الاتحاد السوفيتي (سابقًا) فتركيا وإيران والولايات المتحدة الأمريكية على التوالي. أما في الوطن العربي فمصر هي أكبر منتج، يليها كل من: المملكة العربية السعودية والجزائر وسوريا وتونس على التوالي.

ويأتي البطيخ بعد الطماطم من حيث كمية المنتج منه سنويًا في المملكة (جدول ٩,١٢). ويُزرع البطيخ في معظم إمارات المملكة، وإمارات الرياض والقصيم وحائل وتبوك ومكة المكرمة والمدينة المنورة تعد من أكبر الإمارات إنتاجًا له (جدول ٩,١٨).

(٧ ,٢ ,٩) الشمام Sweet melon (cucumis melo var. aegyptacus)

بلغت المساحة المزروعة من الشمام عام ١٩٧٨م في العالم حوالي ٤٦٨ ألف هكتار، وبلغ مجموع إنتاجها حوالي ٦ ملايين طن، وقد ازدادت المساحة والإنتاج، حيث وصلت المساحة إلى حوالي ٧٦٧ ألف هكتار، وقد تضاعف الإنتاج حيث وصل إلى حوالي ١٢ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,١١). ومن أهم الدول المنتجة له الصين وتركيا وأسبانيا وإيران والولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك ورومانيا. ويزرع كذلك في دول كثيرة على مستوى العالم العربي مثل: مصر والمغرب والعراق والمملكة العربية السعودية وتونس على التوالي.

ويزرع الشمام في معظم إمارات المملكة، وتعد إمارة الرياض من أكثر الإمارات إنتاجًا للشمام، يليها القصيم وجيزان وتبوك وسكاكا/الجوف (جدول ٩,١٩).

زراعة الخضر في البيوت المحمية

اهتمت المملكة خلال السنوات الأخيرة بمشروعات الزراعة المحمية لمحاصيل الخضر؛ نظرًا لأهمية الزراعة فيها وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، كما هو الحال في معظم مناطق المملكة إضافة إلى أن الزراعة المحمية لمحاصيل الخضر تؤدي إلى زيادة الإنتاج في وحدة المساحة بدرجة كبيرة مقارنة بالزراعة العادية.

ومن أهم المحاصيل المُنتجة داخل هذه البيوت هما محصولا الطماطم والخيار، كما أن هناك بعض المحاصيل الأخرى التي تزرع في بعض المشروعات مثل الكوسة والخس والفاصوليا.

وقد استخدمت البيوت المحمية المصنوعة من الفيبرجلاس والبلاستيك والزجاج. وتوجد أكثر مشروعات البيوت المحمية في مدينة الخرج تليها مدينة الرياض. وقد تم في

جدول (١٨ , ٩). المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول البطيخ في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	٨٥	٥٨٨	٦٩٢٦	٦٢	١٢٦٧	٢٠٤٣٦
الرياض	٤٠٦٧	٦٤٤٨٧	١٥٨٥٧	٤٩٣٧	١٥٤٩٣٧	٣١٣٨٣
القصيم	١٩٩٣	٤٥٦٥٧	٣٨٣٢٠	٦١٤٠	١٤٣٦٢٣	٢٣٣٩١
حائل	٦٩	١٧٤٥	٢٥٣٦٣	٢٣٦١	١٠٧٦٤	٤٥٥٩
تبوك	١٠٩	١٥١٨	١٣٨٨٨	٢٣٥٤	٣٧٤٩٦	١٥٩٢٩
المدينة المنورة	٩٥	٣٧١٥	٣٩١٠٥	٢٨٢	١٤٥٧٥	٥١٦٨٤
مكة المكرمة	٢٤٠١	١٤٩٧٣	١٣٨٤٩	٣٠٥٦	٢٧٩٦٧	٩١٥٢
عسير	٢٤٠	٣٣٢٥	١٣٨٤٨	٩٣	١٢٠٢	١٢٩٢٥
الباحة	—	—	—	٢	١٣٨	٦٩٠٠٠
جيزان	—	—	—	٧٦٥	١٠٤٥٥	١٣٦٦٧
نجران	٢٣٥	٤٠٤٣	١٧١٩٠	٢٤٩	٤٩٦١	١٩٩٢٤
سكاكا/ الجوف	—	—	—	١٠٦٩	١٠٤٠٠	٩٧٢٩
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريات	—	—	—	—	—	—
المملكة	١٠٤٩٤	١٤٠٠٩١	١٣٣٤٩	٢١٣٧٣	٤١٧٧٨٥	١٩٥٤٧

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

جدول (٩,١٩). المساحة والإنتاج ومتوسط الإنتاج لمحصول الشمام في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	–	–	–	٢٣٠	٥١٣٣	٢٢٣١٧
الريـــاض	٥٤٠	٨٢١٠	١٥١٩٥	٢٧٣٩	٨٠٢٨٦	٢٩٣١٢
القصـــيم	٢١٠	٦١٩٥	٩٢٤٨٦	٢٣٤٢	٣١٥٧٨	١٣٤٨٣
حائـــل	١١	٣٩٣	٣٥٤٠٥	١٢٦	١١٩٧	٩٥٠٠
تبـــوك	٩٢	٦٤٩	٧٠٤٧	٣٠٣	٥٤٦٢	١٨٠٢٦
المدينة المنورة	٢٠	٦٠٩	٣٠٧٥٨	١٠٠	٣٦١٥	٣٦١٥٠
مكـة المكرمـة	٥٧	٢٨٣	٣٩٣٩	١٤	٤٨	٣٤٢٩
عســير	٤	٤٩	١٢٥٦٤	١	–	–
الباحـــة	–	–	–	٣	١٢	٤٠٠٠
جيـــزان	–	–	–	١٥٩١	١٠٢٤٢	٦٤٣٨
نجـــران	–	–	–	١٩١	٣٤١٠	١٧٨٥٣
سكاكا/ الجوف	–	–	–	٢٠٤	٥٠٨٤	٢٤٩٢١
الحدود الشمالية	–	–	–	٣	–	–
القريـات	–	–	–	–	–	–
المملكة	٩٣٥	١٦٣٨٨	١٧٥٣٥	٧٨٤٧	١٤٦٠٦٧	١٨٦١٤

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

عام ١٩٩٢م إنتاج حوالي ٦٣ ألف طن من الطماطم في مشروعات البيوت المحمية وحوالي ٥٥ ألف طن من الخيار وحوالي ٩ آلاف طن من محاصيل الخضر الأخرى، جدول (٩,٢٠).

(٩,٣) محاصيل الفاكهة Field Crops

(٩,٣,١) نخلة التمر Date palm (phoenix dactylifera)

يحتل إنتاج التمور في المملكة مكان الصدارة في الإنتاج الزراعي، حيث يمثل نحو

جدول (٢٠ , ٩). إنتاج الطماطم والخيار ومحاصيل الخضر الأخرى في مشروعات البيوت المحمية في الإمارات المختلفة بالمملكة عام ١٩٩٢م.

الإمارات	الطماطم الإنتاج (بالطن)	الخيار الإنتاج (بالطن)	محاصيل الخضر الأخرى الإنتاج (بالطن)
المنطقة الشرقية	١٥٩١١	٨٠٦٢	٣٤١١
الرياض	٣٢٣٤١	٢٧٤١٢	٤٥١٩
القصيم	٧٧٩٤	٢٨٧٢	٤٢٧
حائل	٨٩٢	٨١٠	٣٢٥
تبوك	٥٦٠٥	١٢٧٢٥	٤١٨
المدينة المنورة	—	—	—
مكة المكرمة	١٣٤	٧٤٠	٥٢
عسير	٦٠	١٤٦١	—
الباحة	١٣٥	٣٨٧	٣٨
جيزان	—	—	—
نجران	٧٠	٢٦٣	—
سكاكا/الجوف	١١٠	٦٦	٤٨
الحدود الشمالية	٤٢	٦٦	٢
القريات	—	—	—
المملكة	٦٣٠٩٤	٥٥١٤٩	٩٢٤٠

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

٨٤٪ من جملة مساحة المحاصيل الدائمة، ونحو ١٥٪ من قيمة الصادرات الزراعية. وتعد الدول العربية والإسلامية من أهم الدول المنتجة للتمور على المستوى العالمي، وأكثر الدول إنتاجًا للتمور في العالم هي إيران يليها كل من: مصر والعراق والمملكة العربية السعودية وباكستان والجزائر والإمارات العربية المتحدة على التوالي.

ويوجد بالمملكة حوالي ١١ مليون نخلة منها نحو ٧٢٪ من النخيل المثمر، أنتجت حوالي ٤١١ ألف طن عام ١٩٧٨م، وقد ازداد عدد النخيل حتى وصل إلى حوالي ١٣

مليون نخلة منها نحو ٧٦٪ من النخيل المثمر، أنتجت حوالي ٥٥٤ ألف طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,٢١).

ويتم تصدير حوالي ٣٠ ألف طن من التمور سنويًا بالمملكة، وذلك إلى الدول العربية المجاورة وكذلك في صورة إعانات لبعض الدول والمنظمات الدولية. كما أن جزءًا منها يصدر عن طريق حجاج بيت الله الحرام.

ويزرع نخيل التمر في معظم مناطق المملكة (جدول ٩,٢٢) وتقدر المساحة المزروعة منه عام ١٩٧٨م حوالي ٦٠ ألف هكتار تنتج حوالي ٣٥٠ ألف طن، وقد ازدادت المساحة إلى حوالي ٧٤ ألف هكتار تنتج حوالي ٥٥٤ ألف طن عام ١٩٩٢م. وأكثر الإمارات في إنتاج التمور هي إمارات: الرياض تليها إمارات المنطقة الشرقية وعسير والقصيم والمدينة المنورة وحائل ومكة المكرمة على التوالي (جدول ٩,٢٢).

وتولي المملكة عناية خاصة بإنتاج التمور لمضاعفة الإنتاج وكذا التقليل من تكلفة إنتاجه. ولتشجيع المزارعين على الاستمرار في زراعته يتم مقاومة الأمراض والآفات مجانًا من قبل مديريات الزراعة والمياه، كما تصرف دعمًا يصل إلى نحو ١١٠ ملايين ريال منها ٢٠٪ إعانات لفسائل النخيل من الأصناف الجيدة التي حددتها وزارة الزراعة والمياه. وهذه الأصناف هي: الخلاص، الصفرى، أم الحمام، الشقراء، الصفراء، الرزيزي، البرحى، سكرة ينبع، الربيعة، السلج، الحلوة، السكري، الخصاب، البكيرية، الشيشي، نبوت سيف، الشلبي، الخنيزي، المكتومي، الخضري، البرني، الحسينية والروثان.

(٩,٣,٢) الحمضيات (الموالح) Citrus fruits (citrus spp.)

تزرع الحمضيات في مناطق كثيرة من العالم، وهي تعد حاليًا محصول الفاكهة الأول على المستوى العالمي، وقد ازداد إنتاج الحمضيات العالمي من حوالي ٥١ مليون طن عام ١٩٧٨م إلى حوالي ٧٩ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,٢١). وأكثر الدول إنتاجًا للحمضيات في العالم هي: البرازيل، يليها كل من: الولايات المتحدة الأمريكية والصين والمكسيك وأسبانيا على التوالي.

جدول (٢١ , ٩). إنتاج أهم محاصيل الفاكهة في العالم وفي المملكة.

المحصـول	العالـــم الإنتاج (بالألف طن)		المملكـة الإنتاج (بالألف طن)	
	١٩٧٨م	١٩٩٢م	١٩٧٨م	١٩٩٢م
نخيل البلح	٢,٥٦٨	٣,٧٣٧	٤١١	٥٥٤
العنـب	٥٧,٦٥٧	٦٠,٦٥٥	٥٦	١١٥
الحمضيات	٥١,٤١٠	٧٨,٩٠٣	٢٩	٣٤

المصدر: كتاب منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ، روما، العدد ٣٢ (١٩٧٨م)، والعدد ٤٦ (١٩٩٢م).

أما في الوطن العربي فتحتل مصر مكان الصدارة في إنتاج الحمضيات يليها كل من: المغرب ولبنان وسوريا والجزائر وتونس والسودان والمملكة العربية السعودية على التوالي.

وتبلغ مساحة الحمضيات بالمملكة حوالي ٤ آلاف هكتار، أنتجت حوالي **٢٩** ألف طن عام ١٩٧٨م، وقد ازدادت إلى حوالي ٥ آلاف هكتار أنتجت حوالي **٣٤** ألف طن عام ١٩٩٢م. وتتركز معظم زراعة الحمضيات بالمملكة حاليًا في إمارات المنطقة الشرقية وتبـوك والمـدينة المنورة ونجران والقصيم والرياض ومكة المكرمة على التوالي (جدول ٢٣ , ٩).

ويمثل الإنتاج المحلي من الحمضيات نسبة ضئيلة تقدر بحوالي ٢٧٪ فقط من جملة الاستهـلاك، مما يدفـع المملكـة إلى استـيراد كميات كبيرة من الحمضيات وبخاصة البرتقال سنويًا.

ولتغـطية الفجوة بين الإنتاج المحلي والاستهلاك المتزايد على الحمضيات، تُولي المملكـة عنـاية خاصـة لزيادة الإنتـاج المحـلي عن طريق التـوسع الأفقي في زراعة الحمضيات على أسس علمية سليمة، وذلك باختيار المناطق المناسبة للتوسع الأفقي، والأصول والأصناف المناسبة للبيئة المحلية، واختبار الشتلات من مصادر موثوق بها،

وفحصهـا جيدًا من قِبَـل المهندسين الزراعيين بالحجر الزراعي، وترشيد الزراع إلى استخدام طرق الخدمة الجيدة من حيث التسميد والري ومقاومة الأمراض والآفات وغيرها.

(٣,٣,٩) العنب Grapes (vitis vinifera)

يزرع العنب في مناطق كثيرة من العالم، وهو يعد حاليًا محصول الفاكهة الثاني في الإنتاج العالمي، وقد ازداد إنتاج العنب في العالم من حوالي ٥٧ مليون طن عام ١٩٧٨م

جدول (٢٢,٩). مساحة وإنتاج ومتوسط إنتاج التمور في الإمارات الرئيسية بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/ هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	١١١٣٣	١١٣٢٤٠	١٠١٧١	٩٩٥٣	٧٣٥٣٢	٧٣٨٨
الريـــاض	١٣٥٤٤	١٠٠٧١٩	٧٤٣٧	٢٣٤٨٧	١٦٠٧٢٩	٦٨٤٣
القصـيم	٤٩٩٣	٥٨٥٦٩	١١٧٣١	٧٩٤٥	٥٥٧١٤	٧٠١٢
حائـــل	٢٥٧٣	٣١١٧٢	١٢١١٧	٦٩٩٠	٥٤٠٠١	٧٧٢٥
تبـــوك	١٣٨٣	٣٢٦٦	٢٣٦١	١٧٩٠	١٠٠٣٠	٥٦٠٣
المدينة المنورة	٢٤٢٤	١٩٣٥٦	٣٩٨٦	٦٧٣١	٥٥٤٨٢	٨٢٤٣
مكـة المكرمـة	١٤٤٣٣	٥٧٥١٦	٣٩٨٥	٦٥٥٤	٤٥٣٨٨	٦٩٣٥
عسـير	٦٧٠٩	٢١٩٦٢	٣٢٧٤	٦٤٢١	٥٥٨٤٠	٨٦٩٦
الباحـــة	١٣٢	٣٦٤	٢٧٦٢	٣٤٨	١٥٩٧	٤٥٨٩
جيـــزان	—	—	—	٣٠٣	٣١٥	١٠٤٠
نجـــران	١٠٤٦	٥٢٣٤	٥٠٠٦	١٣٧٠	٩٩٧٦	٧٢٨٢
سكاكا/ الجوف	—	—	—	١٥١٧	٣١٥٥٥	٢٠٨٠٠
الحدود الشمالية	—	—	—	٧	٣٢	٤٥٧١
القريـات	—	—	—	١١٨	٦١٩	٥٢٤٦
المملكة	٥٨٣٦٩	٤١١٣٨٨	٧٠٤٨	٧٣٥٢٤	٥٥٤٨١٠	٧٥٢٦

المصدر: الكتـاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، وزارة الزراعة والمياه.

جدول (٩,٢٣). مساحة وإنتاج ومتوسط إنتاج الحمضيات في الإمارات المختلفة بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م			١٩٩٢م		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	متوسط كجم/ هـ
المنطقة الشرقية	١٤	٩٨٢	٧٠١٤٣	٢٦٥	٨٠٨٠	٣٠٤٩٠
الرياض	٥١٣	٣٨٩٣	٧٥٨٨	١٦٨٤	١٨٦٣	١١٠٦
القصيم	٦٨٣	٤٩٧٥	٧٢٨٤	٣٥٥	٣٢٣٤	٩١١٠
حائل	٢٤	١٢٣	٥١٢٥	١٠٣	١٠٥٨	١٠٢٧٢
تبوك	—	—	—	٤٦٩	٥٧٦٠	١٢٢٨١
المدينة المنورة	٩	٣٠٨	٣٩٨١	٩٥٠	٥٤٥٩	٥٧٤٦
مكة المكرمة	٢٠٤٦	١١٣٧٧	٥٥٦٠	٦٦٤	١٦١١	٢٤٢٦
عسير	٥٠٥	٥٤٠٦	١٠٧٠٥	١١٥	١٣٨٣	١٢٠٢٦
الباحة	٩	٢١٢	٢٣٥٥٥	—	—	—
جيزان	—	—	—	—	—	—
نجران	٥٨	١٥٩١	٢٧٤٣١	٥٩٩	٥٢٩٠	٨٨٣١
سكاكا/ الجوف	—	—	—	٩٥	٦٧٣	٧٠٨٤
الحدود الشمالية	—	—	—	—	—	—
القريات	—	—	—	١	—	—
المملكة	٣٨٦١	٢٨٨٦٧	٧٤٧٧	٥٣٠٨	٣٣٤١١	٤٦٨٣

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م.

إلى حوالي ٦٠ مليون طن عام ١٩٩٢م (جدول ٩,٢١). وأكثر الدول في إنتاج العنب على المستوى العالمي حاليًا هي إيطاليا، يليها كل من: فرنسا وأسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية وتركيا والأرجنتين على التوالي.

أما في الوطن العربي فتحتل مصر مكان الصدارة في إنتاج العنب يليها كل من: سوريا والعراق والمغرب ولبنان والجزائر واليمن وتونس والمملكة العربية السعودية على التوالي.

ويزرع العنب في معظم الإمارات بالمملكة، حيث بلغت المساحة المنزرعة منه عام ١٩٧٨م حوالي ٤٤٠٠ هكتار تنتج حوالي ٥٦ ألف طن من الثمار، وقد زادت المساحة إلى حوالي ٧٦٠٠ هكتار تنتج حوالي ١١٥ ألف طن عام ١٩٩٢م. وأهم الإمارات التي تنتج العنب حاليًا هي إمارات المدينة المنورة وسكاكا/الجوف وتبوك والقصيم والرياض وعسير ومكة المكرمة على التوالي (جدول ٩,٢٤). ويكفي الإنتاج المحلي من ثمار العنب لسد احتياجات حوالي ٨٠٪ من الاستهلاك من العنب الطازج، بالإضافة إلى أن المملكة تستورد نحو عشرة آلاف طن من العنب الطازج وحوالي ثلاثة آلاف طن من العنب الجاف (الزبيب).

ويمكن بالتركيز على رفع الكفاءة الإنتاجية الحالية بالإضافة إلى التوسع الأفقي في المساحات المزروعة منه، زيادة المنتج من ثمار العنب بدرجة تكفي لسد الاحتياجات المحلية. ويمكن تحقيق ذلك بسهولة؛ لأن معظم مناطق المملكة صالحة لإنتاج أصناف كثيرة من العنب وبخاصة الأصناف البذرية منها.

(٩,٤) المراعي الطبيعية Rangeiands

تحتل المراعي الطبيعية مكانًا بارزًا من حيث أهميتها الاقتصادية، حيث إنها المصدر الأول الذي يمد معظم قطعان الماشية والأغنام في العالم بالكلأ والأعلاف اللازمة فتحولها إلى منتجات بروتينية حيوانية عالية في قيمتها الغذائية، بما تحتويه من حموض أمينية ضرورية لجسم الإنسان. كما أن حرفة الرعي هي الشائعة في كثير من بلدان العالم، كما هو الحال في سهول أواسط آسيا وغرب الولايات المتحدة وأستراليا. وعبر مناطق السافانا في أفريقيا وفي كثير من مناطق آسيا وأمريكا اللاتينية والبلاد العربية. ومما لا شك فيه أن توافر المراعي الغنية ساعد على ازدهار ونمو الثروة الحيوانية في كثير من دول العالم المختلفة. ورغم أن المراعي الطبيعية تشغل مساحة شاسعة في العالم العربي، إلا أن معظمها في حالة متدهورة لا تفي بالاحتياجات الغذائية للحيوانات المختلفة. هذا بالإضافة لعدم وجود سياسة واضحة لإدارة هذه المراعي في معظم المناطق العربية. ولقد أصدرت بعض الدول العربية تشريعات ونظمًا لحماية هذه المراعي الطبيعية.

جدول (٩,٢٤). مساحة وإنتاج ومتوسط إنتاج العنب في الإمارات المختلفة بالمملكة.

الإمارات	١٩٧٨م المساحة هكتار	١٩٧٨م الإنتاج طن	١٩٧٨م متوسط كجم/هـ	١٩٩٢م المساحة هكتار	١٩٩٢م الإنتاج طن	١٩٩٢م متوسط كجم/هـ
المنطقة الشرقية	١٥	١٢٩٨	٨٦٥٣٣	٣٥	٢٥١	٧١٧٠
الرياض	١١٨٠	١٣٦٨٢	١١٥٩٥	٢٨١٧	٨٢٨٥	٢٩٤١
القصيم	٢٨٩	٩٦٢٠	٣٣٢٨٧	٦٩٢	١٠٧١٤	١٥٤٨٢
حائل	١٤٥	١٧٨٦	١٢٣١٧	٤٨٠	٤٠١٥	٨٣٦٥
تبوك	٩٣٦	٤٠٢٧	٤٣٠٢	٢٠٠	١٣٩٩١	٦٩٩٥٥
المدينة المنورة	٣٢٦	٦٥٩٥	٢٠٢٣٠	١٤٨٧	٤٨٥٩٦	٣٢٦٨٠
مكة المكرمة	٦٤٣	٣١١٠	٤٨٣٦	٨٥٤	٥٤٥٥	٦٣٨٧
عسير	٤٤٤	٨٨٦٣	١٩٩٦٢	٣٥١	٥٨٥٤	١٦٦٧٨
الباحة	٣٧٠	٥٤٧٦	١٤٨٠٠	٢٥٥	٨١٠	٣١٧٦
جيزان	—	—	—	—	—	—
نجران	٣١	١٤٢٠	٤٥٨٠٦	٩٥	١٤١٥	١٤٨٩٥
سكاكا/الجوف	—	—	—	٢٨٤	١٥٩٣٢	٥٦٠٩٨
الحدود الشمالية	—	—	—	٦	١١٤	١٩٠٠٠
القريات	—	—	—	٦٧	٩١	١٣٥٨
المملكة	٤٣٧٩	٥٥٨٧٧	١٢٧٦٠	٧٦٢٤	١١٥٥٢٣	١٥١٥٢

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، العدد الثالث ١٩٧٨م، والعدد الثامن ١٩٩٤م.

(٩,٤,١) المراعي الطبيعية في المملكة

تبلغ مساحة المراعي الطبيعية بالمملكة حوالي ١٢٠ مليون هكتار، تمثل ٥٣٪ من مساحة الأراضي المستغلة، منها ١٠,٨ مليون هكتار في حالة ممتازة، ٣٧,٢ مليون هكتار في حالة جيدة ومتوسطة، ٧٢ مليون هكتار في حالة سيئة. من ذلك يتضح أن الغالبية العظمى من المراعي الطبيعية في المملكة متدهورة تحتاج إلى تحسين وصيانة ويرجع هذا التدهور إلى أسباب عديدة منها الرعي الجائر وغير المنظم وقطع الأشجار

والشجيرات بالإضافة إلى أن معظم هذه المراعي تقع في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والتي تعرضت لفترات جفاف طويلة.

وللنهوض بالمراعي الطبيعية في المملكة قامت وزارة الزراعة والمياه بوضع برنامج للسياسة الرعوية يهدف إلى تحسين المراعي، وزيادة إنتاج الأعلاف، وذلك للنهوض بالثروة الحيوانية.

(٢ , ٤ , ٩) أهم النباتات الرعوية ومناطق انتشارها

ومن النباتات المرغوبة جدًا والأكثر استساغة للحيوانات:

- الثمام *Panicum turgidum* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- السياط *Panicum divisum* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- السماط - الدعاع *Lasiurus hirsutus* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- صفصوف - حميره *Hyparrhenia hirta* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- النص *Aristida plumosa* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- رخامي - بياض *Convulvulus lants* وينتشر في حوض النفود ومنطقة الرياض.
- حمرور الجبل *Andropogon carcosus* وينتشر في وادي نجران وهضبة الحجاز وسفوح نجد وأيضًا في الساحل الغربي للمملكة.

ومن النباتات الرعوية المرغوبة - إلى حد ما - للحيوانات أي الأقل استساغة للحيوانات عن النباتات السابقة:

- الرمث *Haloxylon salicornicum* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- سواد *Capparis decidus* وينتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- نجيل شيطاني *Aeluropus lagopoides* وينتشر في حوض النفود وفي المنطقة الشرقية، وفي منطقة الرياض، ومنطقة الساحل الغربي ومنطقة الربع الخالي.
- الشعران *Anabsis setefera* وينتشر في حوض النفود والمنطقة الشرقية والساحل الغربي والربع الخالي.
- القصب البري - حلفا *Saccharum spontaneum* وينتشر في المنطقة الشرقية ومنطقة الساحل الغربي والربع الخالي.

- الطلح *Acacia flava* وينتشر في المنطقة الشرقية ومنطقة الساحل الغربي ومنطقة الرياض.
- سيسون *Panicum repens* وينتشر في حوض النفود والمنطقة الشرقية.
- الروثة *Salsola lancifolia* وينتشر في المنطقة الشرقية.

ومن النباتات السامة المنتشرة في المراعي الطبيعية بالمملكة والتي يجب التخلص منها:

- غزالة - نعمانية *Euphorbia corrata* وتنتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- حرملة الشمال *Razya stricta* وتنتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- برم *Pergularia tomentosa* وتنتشر في جميع المناطق الرعوية في المملكة.
- العشار *Calatropis procera* وتنتشر في جميع المناطق عدا منطقتي الساحل الغربي والربع الخالي.
- داتوره *Datura stramonium* وتنتشر في منطقة حوض النفود والمنطقة الشرقية ومنطقة الرياض والساحل الغربي.
- حرمل - خليس *Peganum harmala* وينتشر في حوض النفود ووادي نجران وهضبة الحجاز وسفوح نجد والمنطقة الشرقية.
- سم الفار *Withania somnifera* وينتشر في المنطقة الشرقية ومنطقة الرياض.

(٩,٥) الغابات Forests

تلعب الغابات دورًا مهمًا في الزراعة بالمملكة العربية السعودية، حيث إنه بالإضافة إلى الحصول على مادة الخشب الخام اللازمة للصناعات الخشبية المحلية فهي توفر الحماية اللازمة للتربة في مناطق المرتفعات الجبلية في جنوب غرب المملكة، وحماية الحاصلات الزراعية من التأثير الضار للرياح في باقي أجزاء المملكة الصحراوية. وتتمثل هذه الثروة الطبيعية إما في صورة غابات طبيعية، أو أشجار غابات مستزرعة بقصد الحماية.

(٩,٥,١) الغابات الطبيعية

تنتشر الغابات الطبيعية في جنوب غرب المملكة، إذ تمتد من حدود اليمن جنوبًا إلى الطائف شمالاً. وتسود أشجار العرعر *Juniperus procera* على المرتفعات العالية من جبال الحجاز، في بطون الوديان وتختلط مع أشجار الزيتون البري *(Olea chrysophylla)* في المناطق الأقل ارتفاعًا، يليها إلى أسفل بعض أنواع الأكاسيات *(Acacia spp.)*. ولقد بينت الدراسات التي أجريت حديثًا في كلية الزراعة بجامعة الملك سعود (أبوحسن والأسطى وصبري، ١٩٨٤م) أن هذه الغابات قد تعرضت للتلف وسوء الاستغلال، مما أدى بدوره إلى تناقص المساحة المغطاة بمثل هذه الغابات مع مرور الوقت. ولقد قُدرت مساحة الغابات الباقية، والتي يمكن استغلالها بحوالي ٧٦٣ ألف هكتار، معظمها من أشجار الغابات. هذه الغابات يمكن أن توفر حوالي ٥٠٠ ألف طن من الخشب الخام سنويًا على مدى عشرين عامًا. وهذه الكمية يمكن استعمالها في أغراض تصنيعية كثيرة.

(٩,٥,٢) أشجار الغابات المستزرعة

لقد اقتضت الظروف البيئية السائدة في المملكة ضرورة الاهتمام باستزراع الأشجار الخشبية في مناطق عديدة منها سواء بغرض تثبيت الكثبان الرملية، أو توفير الحماية اللازمة للمزارع المختلفة، وذلك كمصدات رياح، أو لتوفير الظل. ولقد استُزرع في العقدين الأخيرين العديد من أنواع الأشجار التي تقاوم الجفاف وتتحمل الملوحة، ومن أهم الأنواع الأكثر استزراعًا ما يلي:

١ ـ الأثل بأنواعه: *Tamarix aphylla*

T. nilotica

T. passerinoides

T. gallica

٢ ـ الكازوارينا، ومنها: *Casuarina cunninghamiana*

C. glauca

٣ ـ الأكاسيات مثل : *Acacia cynophylla*

A. seyal

A. raddiana

A. nubica

A. etbaica

A. arabica

A. tortilis

A. albida

٤ ـ الكافور (الكينا) *Eucalyptus camaldulensis*

٥ ـ البروسوبس *Prosopis juliflora*

٦ ـ الباركنسونيا *Parkinsonia aculata*

٧ ـ السدر *Zizyphus spina - christi*

٨ ـ الزنزلخت *Melia azedarach*

٩ ـ الفيكس ، ومن أنواعه : *Ficus salicifolia*

F. carica

١٠ ـ الكاسيا *Cassia holosericea*

C. italica

C. senna

C. occidentalis

وتتميز معظم هذه الأشجار ـ بالإضافة إلى تحملها للجفاف والملوحة ـ بأنها سريعة النمو، مما يجعلها مرغوبة في مثل هذه المناطق لتوفير الحماية اللازمة، والاستعانة بأخشابها في بعض الصناعات المحلية المحدودة.

المراجـع

أولا: المراجع العربية

أبوحسن، عطا الله والأسطي، محمد لطفي وصبري، مدحت محمود (١٩٨٤) *الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية وإمكانية استثمارها اقتصاديا*. مطابع جامعة الملك سعود، الرياض.

الخشن، علي علي وحبيب، محمود محمد (١٩٧٨) *قواعد زراعة المحاصيل*. دار المعارف، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

الخشن، علي علي وحبيب، محمود محمد وشعلان، محمد ابراهيم (١٩٨٠) *إنتاج المحاصيل (الجزء الأول): المبادىء*. دار المعارف، الاسكندرية، ج. م. ع.

الشريف، عبدالرحمن (١٩٧١) *جغرافية المملكة العربية السعودية*. مطابع دار المريخ، الرياض.

العزوني، محمد مهدي (١٩٧٠) *أساسيات زراعة وإكثار أشجار الفاكهة* (الطبعة الرابعة). مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ج. م. ع.

باشه، محمد علي أحمد (١٩٧٧) *أساسيات زراعة الفاكهة*. دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية، ج. م. ع.

بدران، عثمان عدلي وقنديل، السيد عزت (١٩٧٤) *أساسيات علوم الأشجار وتكنولوجيا الأخشاب*. دار المعارف، الإسكندرية، ج. م. ع.

بغدادي، حسن أحمد ومنيسي، فيصل عبدالعزيز (١٩٥٤) *الفاكهة: أساسيات إنتاجها*. دار الطالب لنشر ثقافة الجامعات، الإسكندرية، ج. م. ع.

جارنو، جاد كلود (١٩٧١) *تكثيف الانتاج البستاني في بلاد حوض البحر الأبيض المتوسط عن طريق حماية المزروعات*، منظمة الأغذية والزراعة، روما، إيطاليا.

حبيب، محمود محمد والسعد، فيصل عبدالله (١٩٧٩) الزراعة المتعددة ـ إصدارات المؤتمر العربي الأول لعلماء المسلمين، المجلد الثالث، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض.

النبوي، صلاح محمود (١٩٧٠) *الحاصلات البستانية، إعدادها وإنضاجها وتخزينها*. دار المعارف، القاهرة، مصر.

عبدالعزيز، محمود حسان (١٩٨٢) *أساسيات الهيدرولوجيا*. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

عبدالهادي، نزيه (١٩٧٦) *الأغطية البلاستيكية واستعمالاتها في الزراعات المحمية*. مركز إنتاج الخضروات المحمية، إدارة الزراعة، الكويت.

قاسم، السيد سعد (١٩٦٧) *أساسيات إنتاج المحاصيل*. دار المعارف، القاهرة، ج.م.ع.

مرسي، مصطفى علي (١٩٧٩) *أسس إنتاج محاصيل الحقل* (الطبعة الثانية). مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ج.م.ع.

مرسي، مصطفى علي والمربع، أحمد إبراهيم وتوفيق، حسين علي (١٩٦٠) نباتات الخضر، **الجزء الرابع**: جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر. الطبعة الأولى. دار الهنا للطباعة، القاهرة، ج.م.ع.

مرسي، مصطفى علي والمربع، أحمد إبراهيم وجمعة، عاصم بسيوني (١٩٥٩) نباتات الخضر، **الجزء الأول**: *أساسيات إنتاج نباتات الخضر*. الطبعة الأولى. دار الهنا للطباعة، القاهرة، ج.م.ع.

مسعود، فتحي ابراهيم (١٩٦٩) *أساسيات الري الزراعي*. دار المعارف، الإسكندرية، ج.م.ع.

منظمة الأغذية والزراعة (١٩٨٠) *الكتاب السنوي للإنتاج الزراعي*، روما، إيطاليا.

نصر، طه عبدالله، (١٩٧٧ ا) *الإنتاج الفاكهي في الوطن العربي*. *الفواكه متساقطة الأوراق*. دار المعارف، الإسكندرية، ج.م.ع.

نصر، طه عبدالله (١٩٧٧ب) *إكثار أشجار الفاكهة*. *القواعد العلمية والأساليب العصرية*، دار المطبوعات الجديدة، القاهرة، مصر.

وزارة المالية والاقتصاد الوطني (١٩٧٤ - ١٩٨٠) الكتاب الإحصائي السنوي. مصلحة الإحصاءات العامة. الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانيا: المراجع الأجنبية

Adriance, G. W. and **Brison, F. R.** (1955) *Propagation of Horticultural Plants.* McGraw - Hill Book Co. Inc., New York, Toronto, London.

Amed, K. (1965) Multiple Cropping in Tropical Asia. (in. **Papendick** (Ed.) Multiple Cropping. *Spec. Pub. No.* **27,** *Am. Soc. Agronomy,* Madison, Wisconsin. U.S.A.).

Andrew, D. J. and **Kassam, A. H.** (1977) The Importance of Multiple Cropping in Increasing World Food Supplies. (in. **Papendick** (Ed) Multiple Cropping. *Spec. Pub. No.* **27.** *Am. Soc. Agronomy,* Madison, Wisconsin, U.S.A).

Bentham, G. and **Hooker, J.** (1883) *Genera Plantarum.* (in. **Vasishta, P.S.** (1972). *Taxonomy of Angiosperms.* R. Chand & Co. Delhi, India.)

Bessey, C.F. (1915) Phylogenetic Taxonomy of Flowering Plants. *Ann. Miss. Bot. Gard.* Vol. **2,** U.S.A.

Bodin, Svante (1978) *Weather and Climate.* Blanford Press. Dorset, England.

Boodley, J.W. (1981) *The Commercial Greenhouse Handbook.* Van Nostrand Reinhold Company. New York, U.S.A.

Cox. G.W. and **Atkins, M.D.** (1979) *Agricultural Ecology.* Freeman and Co., San Francisco, U.S.A.

Dalrymple, D. G. (1971) Survey of Multiple Cropping in Less Developed Nations. *Foreign Agric. Econ. Rep.* **91,** USDA, Washington, D.C.

Daniel, T.W., Helms, J.A. and **Baker, F.S.** (1979) *Principles of Silviculture.* 2nd Ed. McGraw - Hill Book Co, New York.

De Candolle, A. (1882) *Origin of Cultivated Plants.* Appleton, New York, U.S.A.

Doolette, J.B. (1977) Barley in The Ley Farming System. *Proc. IV, Regional Winter Cereal Workshop.* Vol. **2,** Amman, Jordan, Pub. ICARDA and CIMMyT.

Edmond, J.B., Senn, T.L., Andrews, F.S. and **Halfacre, R.G.** (1979) *Fundamentals of Horticulture. 4th* Ed. Tata McGraw - Hill Pub. Co., New Delhi, India.

El - Refai, M.M. (1979) Sugar Beet Cultivars and Sowing Date Trials in Wadi Jizan, Saudi Arabia. in. **Sayed, H.** and **Tawfik, H.** (eds). *Proc. 1st Agric. Conf. Muslim Scientists,* **Vol. 3,** pp. 213 - 226, Riyadh, Saudi Arabia.

Garner (1923) Further Studies on Photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. *Jour. Agr. Res.* **23,** 871 - 920.

Gomez, L.J.A. (1968) Rotacion Trendimiento en Maize. Inform Sobre Una Rotacion Con Soya Oalfalfa en la Production del Maize. *Agric. Trop.* (Columbia) **24,** 204 - 220. (in **Pinchinat, Am., Soria, J.** and **Bazan, R.,** 1977).

Harbek, J. (1974) Double Cropping. *Proc. No. Tillage Research Conf.*, Univ. of Kentucky, 70 - 75.

Hartmann, H.T. and **Kester, D.E.** (1961) *Plant Propagation Principles and Practices.* Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall Inc.

Harwood, R.R. (1974) Farming Systems in Hill Agriculture (in. **Noseman, A.H.** (ed.) *A Study of Hill Agriculture in Nepal.* The Rockfeller Foundation, New York).

Harwood, R.R. and **Price, E.C.** (1977) Multiple Cropping in Tropical Asia. *Ibid.*

Israelsen, O.W. and **Hansen, V.H.** (1962) *Irrigation Principles and Practices. 3rd.*, Ed., John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sydney.

Janick, J., Schery, R.W., Woods, E.W. and **Ruttan, V.W.** (1974) Plant Science. *An Introduction to World Crops. 2nd,* Ed. Freeman and Company, San Francisco, U.S.A.

Kozlowski, T.T. (1968) *Water Deficits and Plant Growth.* Academic Press, New York, London.

Kramer, A. and **Twigg, B.A.** (1970) *Quality for Food Industry.* Vol. **1.** Westport Connecticut AVI.

Kramer, P.J. (1969) *Plant and Soil Water Relationships.* A Modern Synthesis. McGraw - Hill Book Co., New York, U.S.A.

Larcher, W. (1980) *Physiological Plant Ecology. 2nd* Ed. Springer - Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.

Leopold, A. C. and **Kriedemann, P.E.** (1981) *Plant Growth and Development.* 2nd Ed. Tata McGraw - Hill Pub. Co., New Delhi, India.

Levitt, J. (1980) *Responses of Plants to Environmental Stresses.* Vol. **2,** Academic Press, San Francisco, U.S.A.

Lewis, W.M. and **Phillips, J.A.** (1977) Double Cropping in Eastern United States. (in. **Papendick, R.I.** (ed.). Multiple Cropping. *Spec. Pub. No.* **27,** *Am Soc. of Agronomy,* Madison, Wisconsin, U.S.A.).

Linnaeus (Linne') Carl, Von (1897) *The Families of Plants* (Translated from *Genera Plantarum* by a Botanical Society of Lichfield). Pr. By J. Jackson, Lichfield.

Litsinger, J.A. and **Moody, K.** (1977) Integrated Pest Management in Multiple Cropping System. (in. **Papendick, R.I.** (ed.) *Multiple Cropping Spec. Pub. No.* **27.** *Am. Soc. of Agronomy,* Madison, Wisconsin, U.S.A.).

Lopiz, I.R. (1971). (in **Papendick, R.I.** (ed.) Multiple Cropping. *Spec. Pub.* No., **27,** Am. Soc. of Agronomy, Madison, Washington, U.S.A).

Martin, J.H., Leonard, W.H. and **Stamp, D.L.** (1976) *Principles of Field Crop Production. 3rd* Ed. McMillan, New York, U.S.A.

Menegay, M.R. (1975) Cocio - Economic Factors Affecting Cropping Systems for Selected Taiwan Farmers. pp. 231 - 251. (in. *Proc. Cropping Systems Workshop.* IRRI. Los Banos. Philipines).

Mitra, J.N. (1964) *An Introduction to Systematic Botany and Ecology.* World Press Private Ltd, Calcuta.

Murashige, T. (1974) Plant Propagation Through Tissue Cultures. *Ann. Rev. Plant Physiol.* Vol. **25,** 135 - 166.

Murashige, T. and **Skoog, F.** (1962) A Revised Medium for Rapid Growth and Bio - assays with Tobaco Tissue Culture. *Physiol. Plant.,* **15,** pp. 473 - 497.

Nasr, H.G. (1977) Multiple Cropping in Some Countries of The Middle East. (in. **Papendick** (Ed.). Multiple Cropping. *Spec. Pub. No.* **27.** *Am. Soc. of Agronomy,* Madison, Wisconsin, U.S.A).

Noggle, R.G. and **Fritz, G. I.** (1976) *Introductory Plant Physiology.* Prentice - Hall. Inc. New Jersy, U.S.A.

Okigbo, B.N. and **Greenland, D.J.** (1977) Intercropping Systems in Tropical Africa. (in. **Papendick, R.I.** (ed.) Multiple Cropping. *Spec. Pub. No.* **27.** *Am. Soc. of Agronomy,* Madison, Wisconsin, U.S.A.).

Pantastica, E.R., B. (1975) *Postharvest Physiology. Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.* The AVI Publish Co. Inc., Philippines.

Pinchinat, A. M., Soria, J. and **Bazan, R.** (1977) Multiple Cropping in Tropical America. (in. **Papendick, R.I.** (ed.) Multiple Cropping *Spec. Pub. No.* **27.** *Am. Soc. of Agronomy*, Madison, Wisconsin, U S A)

Rose, C.W. (1969) *Agricultural Physics.* Pergaman Press Ltd

Slatyer, R.O. (1960) *Plant Water Relationship.* Academic Press, London and New York.

Soria, J., Bazan, R., Pinchinat, G., Paez, G., Mateo, N., Moreno, R., Fargas, J. and **Forsythe, W.** (1975) Investigcion en sistemas de produccion agricola para el pequeno productor del tropico. *Turrialbas*, **25**, 283 - 293. (in **Pinchinat** et al., 1976).

U.S. Department of Agriculture (1961) *Seeds, The Yearbook of Agriculture* Washington, D.C., U.S.A.

Vavilov, N.L. (1951) *The Origin Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* (Translated by K. Starr Chester) The Ronald Press Co., New York, U.S A.

Weaver, J.E. and **Clements, E.E.** (1938) *Plant Ecology 2nd* Ed . McGraw - Hill, New York, U.S.A.

White, W.P. (1943) *A Handbook of Plant Tissue Culture* Jacques Cattel Press, Lancaster, England.

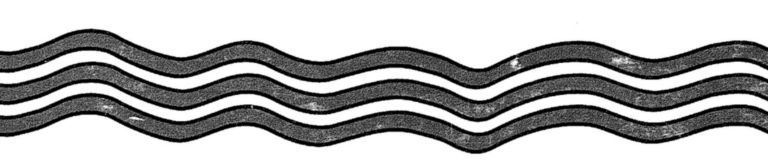
Williams, T.J. (1980) *How to Build and Use Greenhouses* John Bartholomew & Son Ltd. Edinburgh.

Wilsie, C.P. (1962) *Crop Adaptation and Distribution* Freeman and Co., San Francisco, U S.A.

Wilsie, C.P. (1972) *Crop Adaptation and Physiology.* Eurasia Pub. House Ltd. New Delhi

Winkler, A.J. (1964) *General Viticulture.* Univ. Calif Press. Berkeley and Los Angeles.

Wolman, A. (1962) Water Resources, A Report to the committe on Natural Resources of The National Academy of Sciences. *National Research Council, Pub. 1000 - B*, Washington D.C., U.S.A.



ردمك :٧-٣٣٧-٠٥-٩٩٦٠

ISBN: 9960-05-337-7